GEBERIT

Riscaldamento a pannelli radianti

KNOW HOW INSTALLED

Osservazioni generali
Le misure tecniche indicate non sono vincolanti, esse s'intendono come misure con possibili tolleranze dovute ai procedimenti di fabbricazione, modifiche delle misure e delle quote per il montaggio sono possibili in qualsiasi momento.

Si declina ogni responsabilità per disguidi dovuti ad errori di stampa o ad informazioni insufficienti.

Il presente manuale di installazione sottostà al diritto sulla proprietà intellettuale. L'utilizzo di estratti come testi, schizzi e figure con misure, fotografie, è unicamente concesso con l'autorizzazione della Geberit Marketing e Distribuzione SA, Manno.

Altre informazioni sui prodotti si trovano negli stampati e nelle documentazioni Geberit oppure sotto
→ www.geberit.it

©Copyright by Geberit Marketing e Distribuzione SA 2011

Con la nuova gamma per il riscaldamento, Geberit amplia la sua offerta di sistemi completi per il settore idrotermosanitario negli impianti a pannelli radianti.

Eccellenza tecnologica, ottimo rapporto qualità - prezzo, facilità d'installazione sono i punti di un programma pensato per consentirvi di raggiungere i migliori risultati nella realizzazione di impianti di riscaldamento a pannelli radianti.

Per essere sicuri di un grande risultato, iniziate a fare riscaldamento con Geberit.

Sebastiano D'Agostino
Product manager

1	**Generalità sul riscaldamento**	**6**
1.1	Criteri generali	6
1.2	Impianto con corpi riscaldanti	7
2	**Impianto a pannelli radianti**	**13**
2.1	Vantaggi	13
2.2	Emissione termica	14
3	**Assortimento**	**16**
3.1	Collettori a bassa temperatura	16
3.2	Gruppo di regolazione	17
3.3	Collettore ad alta temperatura	17
3.4	Testa elettrotermica con dispositivo antimanomissione (2 fili)	18
3.5	Valvola Bypass	20
3.6	Cassetta da incasso per collettore	20
3.7	Pannello isolante	21
3.8	Tubo multistrato Geberit	22
4	**Regolazione**	**24**
4.1	Finalità	24
4.2	Principio di funzionamento	24
4.3	Esempio di calcolo	25
5	**Progettazione e dimensionamento**	**27**
5.1	Norme da osservare per il calcolo del dimensionamento	27
5.2	Posa delle condotte	32
5.3	Perdite di carico	37
5.4	Esempio di allacciamento ai corpi riscaldanti con distribuzione tradizionale	74
5.5	Esempio di allacciamento ai corpi riscaldanti con distribuzione a collettore	76
5.6	Esempio di applicazione a pannelli radianti (impianti a serpentine)	78
5.7	Potenza per riscaldamento a pavimento secondo UNI EN 1264	80
6	**Installazione impianto**	**84**
6.1	Scelta e configurazione del circuito	84
6.2	Procedura per la posa di un impianto a pannelli radianti	84
6.3	Regolazione	86
7	**Voci di capitolato**	**87**

1 Generalità sul riscaldamento

1.1 Criteri generali

L'impianto termico ha la funzione di sopperire al fabbisogno energetico ed immettere negli ambienti la quantità d'energia necessaria per mantenere costante ed a regime, la temperatura degli ambienti stessi al valore desiderato. I principali sistemi di riscaldamento consistono nel riscaldare un fluido vettore tramite combustione di un idrocarburo e poi farlo circolare in un impianto, che per semplice irraggiamento e/o convezione distribuisce il calore.

1.1.1 Trasmissione del calore

Negli impianti di riscaldamento la trasmissione del calore avviene principalmente secondo due modalità: per convezione e per irraggiamento.

A. Riscaldamento per convezione:

È la trasmissione di calore fra fluidi, oppure fra fluidi e solidi ed è il modo più comune della trasmissione di calore nel riscaldamento:
quando una sostanza liquida o gassosa viene riscaldata, la porzione più vicina alla fonte di calore diventa meno densa e tende a salire verso l'alto, mentre la parte più fredda, più densa e quindi più pesante, tende a scendere verso il basso.
È l'effetto che si ha in un impianto tradizionale ai corpi riscaldanti.
Gli elementi che regolano questo tipo di trasmissione sono: la natura degli elementi a contatto (solidi e fluidi), le loro velocità e le temperature.

B. Riscaldamento per irraggiamento:

E' la trasmissione di calore attraverso il vuoto per mezzo di onde elettromagnetiche, non richiede il contatto diretto tra corpi e può avvenire anche nel vuoto. È l'effetto che si ha in un impianto a pannelli radianti e può essere paragonata a quella offerta dall'esposizione diretta ai raggi solari.
Gli elementi che regolano questo tipo di trasmissione sono: la natura e la temperatura degli elementi che trasmettono e ricevono l'irraggiamento.

Questi meccanismi di propagazione del calore solitamente si combinano tra di loro e a seconda dei casi può verificarsi che una prevalga sull'altra.

1.1.2 Impianto termico

Componenti essenziali di un impianto termico sono:

- **Un sistema di produzione del calore,** che ha la funzione di riscaldare il fluido termovettore.
- **Un sistema di regolazione,** che ha la funzione di mantenere la temperatura dei locali riscaldati sui valori programmati, per ottenere le condizioni di comfort nel rispetto delle limitazioni di legge.
- **Le tubazioni di distribuzione.**
- **Gli apparecchi distributori quali radiatori e ventilconvettori.** Nel caso di pannelli radianti questa funzione è coperta dalle tubazioni e relativo massetto.

Gli impianti termici possono suddividersi in **impianti tradizionali ai corpi riscaldanti** (per lo più termosifoni) e/o **impianti a pannelli radianti.**

I riscaldamento a pannelli radianti non prevede invece sorgente di calore a vista (come i termosifoni), poiché l'acqua, circolando in tubazioni posate nel massetto, rilascia il calore a quest'ultimo che poi lo trasferisce alla stanza. La scelta di un sistema piuttosto che un altro dipende sicuramente da diversi fattori tra cui per esempio le caratteristiche costruttive di un edificio, l'uso e l'utilizzo, e non da ultimo scelte di tipo economico (costo di realizzazione e costi di manutenzione).

1.1.4 Normativa di riferimento

Le normative di riferimento sono il Decreto Legislativo 21/02/2007 n. 311/06 (Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia) e la UNI EN 1264-1/ 2/ 3/4 (Riscaldamento a pavimento, impianti e componenti).
Il D.lgs. n. 311 del 29/12/2006 "disposizioni correttive ed integrative al D.lgs. 192/05, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia", che ne modifica alcuni contenuti ed obiettivi originari.
Il D.lgs. 192/05 stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici,... con il fine di disciplinare i criteri generali per la certificazione energetica degli edifici.
Il D.lgs. 192/05 introduce modifiche, integrazioni e aggiornamenti alla disciplina vigente in materia e sostituisce la legge 10/91.

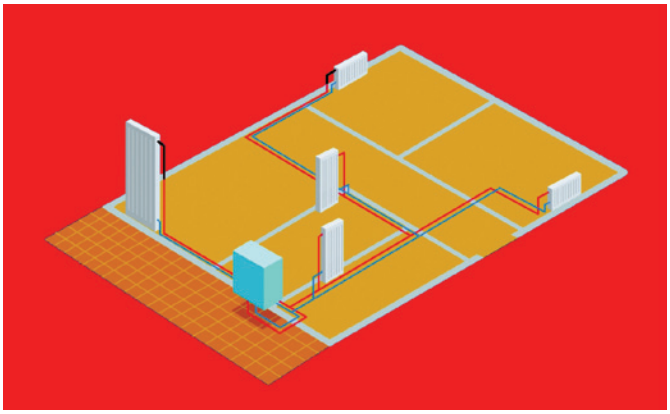
- **Obiettivo del progettista**
  Obiettivo del progettista sarà quello di interpretare le necessità dell'utente ed indicargli le migliori soluzioni che,

nel rispetto della normativa, gli offrano il massimo livello di comfort mantenendo un accettabile rapporto costi-benefici. Tutto questo si otterrà grazie alla corretta scelta dei prodotti per la specifica tipologia di impianto. Sarà possibile offrire all'utilizzatore finale, più soluzioni diverse con i relativi parametri di valutazione sulle quali il committente potrà operare la scelta esprimendo una valutazione soggettiva

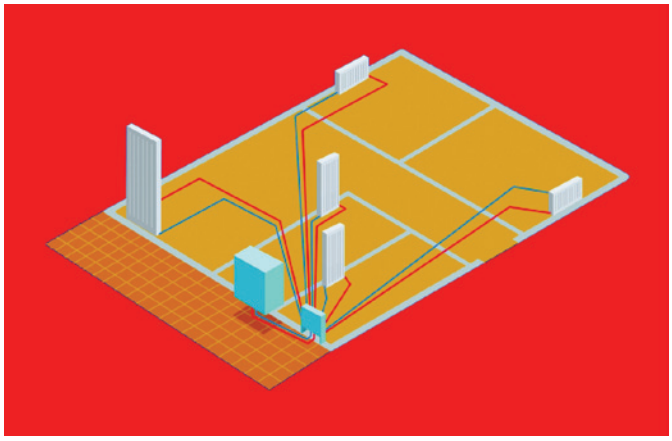
- **Obiettivo dell'installatore**
  L'installatore, essendo spesso l'interfaccia privilegiata con l'utente finale, sarà chiamato a supportare le scelte del progettista con le giuste argomentazioni, affinché l'utilizzatore finale sia pienamente convinto della validità del progetto, dell'investimento operato e dei risultati che da questi si può attendere.
  L'installatore abbandonerà finalmente quella caratteristica di sola manualità, per assumere anche quella di consigliere e promotore del comfort e del risparmio energetico.

1.2 Impianto con corpi riscaldanti

Gli impianti con allacciamento ai corpi riscaldanti possono essere realizzati in diversi modi:
collegamento ad anello tradizionale (monotubo, bitubo), impianto a collettori, ecc.

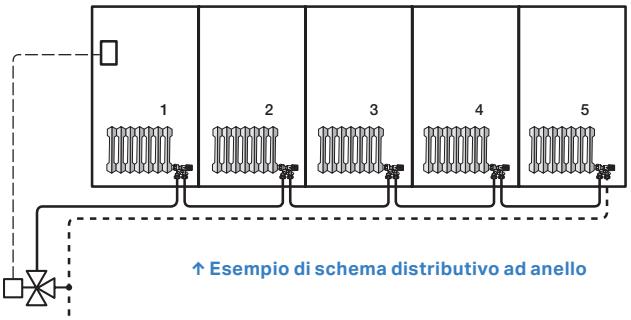


Distribuzione tradizionale (monotubo, bitubo)

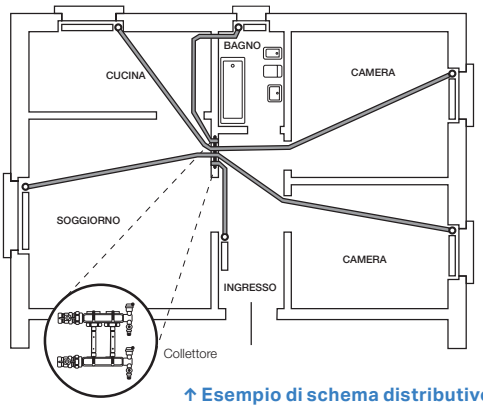


Distribuzione a collettore

Per la scelta sul tipo di impianto da utilizzare valgono i criteri di valutazione menzionati in precedenza. Se il fabbricato è di nuova costruzione allora sono tra di loro equivalenti le scelte con distribuzione ad anello oppure a collettori.
Se si tratta invece di costruzione già esistente, allora potrà essere più conveniente il sistema ad anello, perché consente un più facile alloggiamento dei tubi seguendo percorsi perimetrali come raffigurato in questo schema.



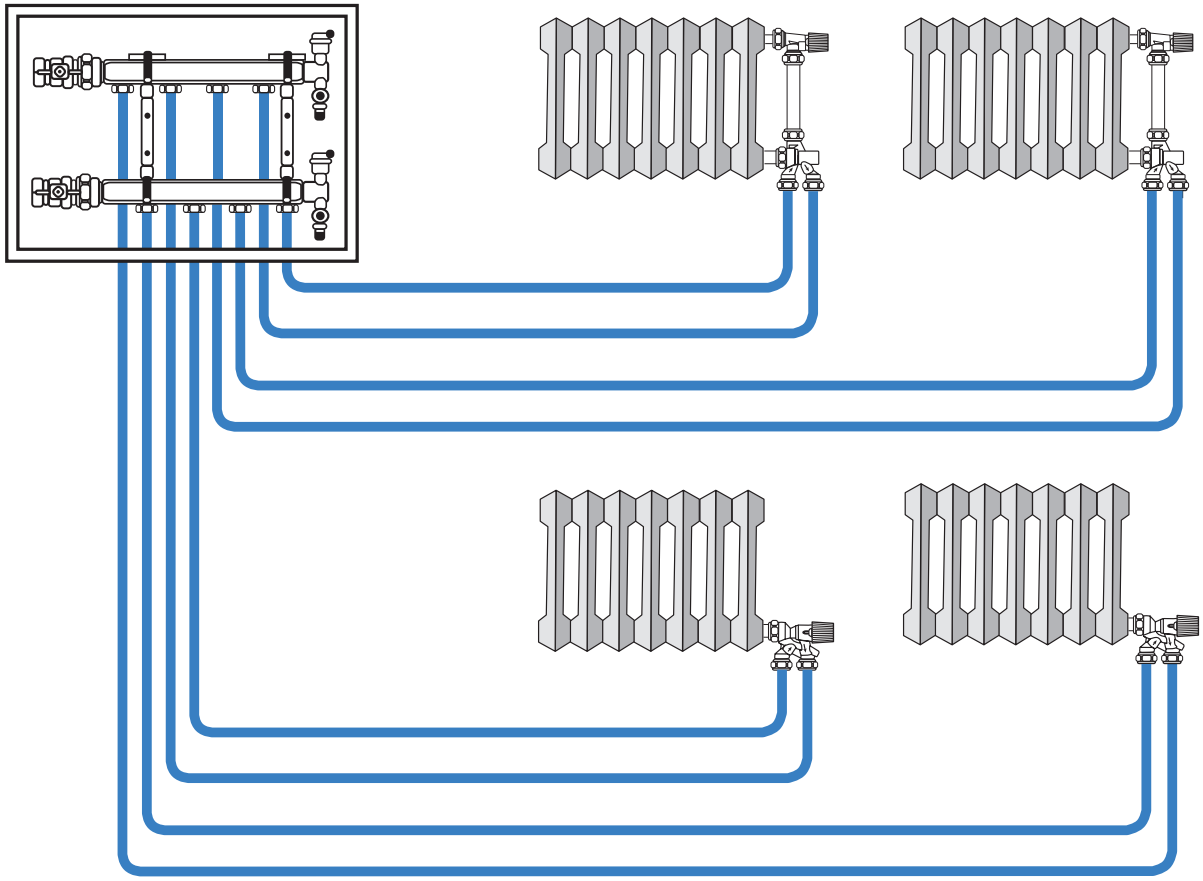
↑ Esempio di schema distributivo ad anello



↑ Esempio di schema distributivo a collettori con sviluppo dei circuiti interni

Gli impianti a collettori, rispetto ad altri impianti, sono in grado di offrire i seguenti vantaggi:

- **Posa semplice e veloce dei tubi.**
  Solitamente ciascun circuito ha un diametro dei tubi che è inferiore rispetto al diametro dei tubi di un circuito tradizionale. Questo vuol dire tubi facili da piegare e trasportare, e veloci nella lavorazione per la posa in opera.
- **Elevata resa termica dei corpi riscaldanti.**
  Visto che il fluido caldo viene inviato ad un solo corpo riscaldante, e non in successione a diversi corpi riscaldanti come avviene in un impianto ad anello, questi consente di mantenere una temperatura superiore (a pari temperatura di mandata) e quindi di utilizzare terminali più piccoli e meno costosi.
- **Possibilità di realizzare impianti a zona.**
  Cioè zone fra loro termicamente indipendenti in cui si può mantenere la temperatura desiderata.
- **Ogni radiatore ha un solo punto di collegamento al circuito.**
  Ciò consente di allungare o ridurre il radiatore in caso di necessità, senza essere vincolati agli attacchi dei tubi.
- **Uniformità della messa a regime dei corpi scaldanti.**
  Il fluido caldo viene inviato contemporaneamente a tutti i corpi riscaldanti, che di conseguenza vanno a regime in tempi pressoché uguali mantenendo uniforme anche la temperatura ambiente.



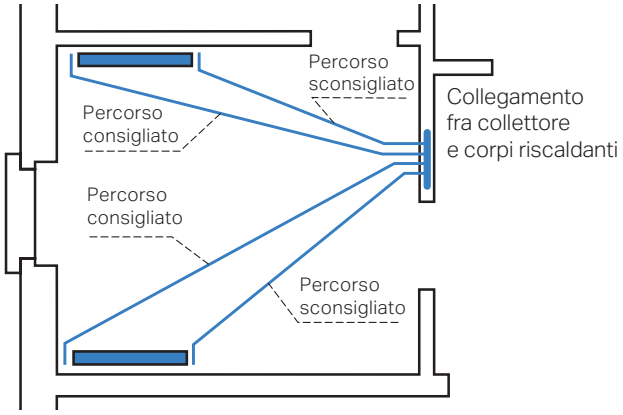
Gli impianti ad anello sono in grado invece di offrire i seguenti vantaggi:

- **Nessun passaggio di tubi nel pavimento.**
  Può risultare utile nelle ristrutturazioni in cui non è previsto il rifacimento dei pavimenti.
- **Minor impiego di tubo.**
  Questo si traduce in tracce a parete più strette e quindi meno "impegnative". Inoltre non avendo un'estensione di tubi paragonabile ad un impianto a collettori, non vi è neanche la necessità proteggere i tubi in modo eccessivamente scrupoloso dai "pericoli" di cantiere.

1.2.1 Sviluppo dei circuiti interni

Di seguito alcuni consigli pratici per ottimizzare lo sviluppo dei circuiti interni:

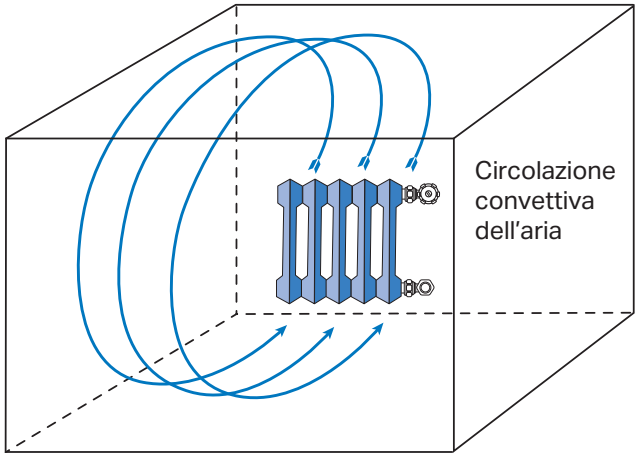
- **Passare attraverso le porte.**
  Ciò per limitare fenditure nei muri e passaggi dei tubi nei fori e nelle spaccature di accessi poco agevoli, semprechè questo non comporti percorsi troppo lunghi.
- **Collegare i radiatori con attacchi posti sullo stesso lato.**
  Ciò consente di aggiungere o togliere elementi ai radiatori e quindi di variare la potenza termica in caso di modifiche al progetto originale.
- **Prevedere gli attacchi dei radiatori dai lati che presentano vincoli, cioè dai lati con porte, angoli e pilastri.**
  Ciò per consentire un aumento di elementi ai radiatori e quindi di variare la potenza termica in caso di modifiche al progetto originale.



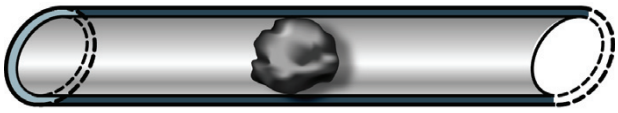
1.2.2 Come allacciare i radiatori

Va precisato che dove è possibile la dimensione dei singoli radiatori non va tenuta troppo grossa perché:

- Un solo radiatore che debba far fronte ad una forte richiesta di calore costituisce una sorgente concentrata, e ciò favorisce una eccessiva circolazione convettiva dell'aria dentro l'ambiente, con sensazione di fastidio nel locale e forte sporcizia delle pareti.
- Manca l'effetto radiante dovuto ad una più estesa superficie riscaldante e ciò riduce, come è noto, l'effetto del benessere.
- Diventa difficile bilanciare i circuiti.



D'altro canto si consiglia anche di non eccedere mai nell'uso di tubazioni troppo piccole, anche se idraulicamente adatte alle portate richieste, perché maggiormente esposte al pericolo di ostruzione dovute alle impurità.



1.2.3 Influenza della posizione di installazione

L'installazione dei radiatori all'interno di nicchie o l'installazione di mobiletti di copertura non schermanti, riducono lievemente l'emissione di calore, mentre l'installazione dietro un divano, dietro a tende pesanti o mobiletti troppo chiusi, riduce sensibilmente la resa ed il benessere. La tabella che segue fornisce una indicazione sulla riduzione dell'emissione termica per i casi più comuni.

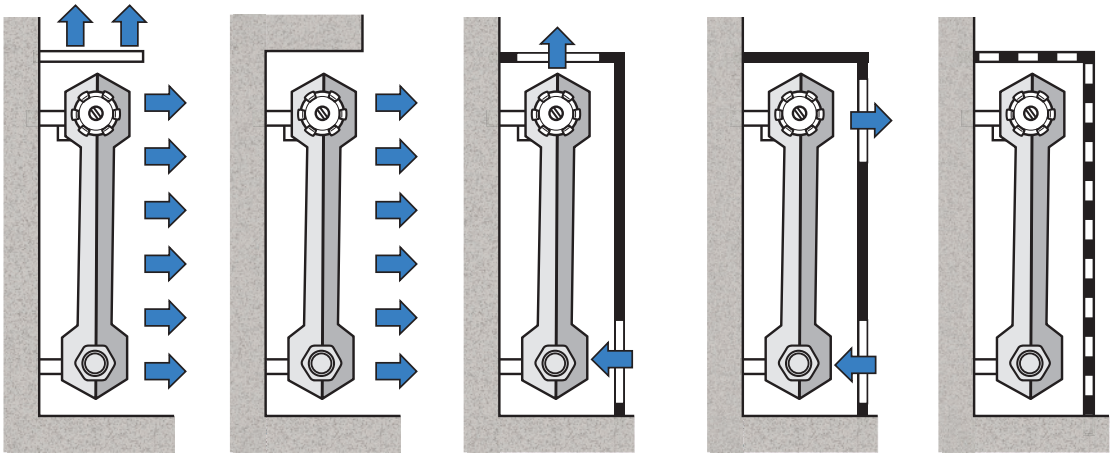


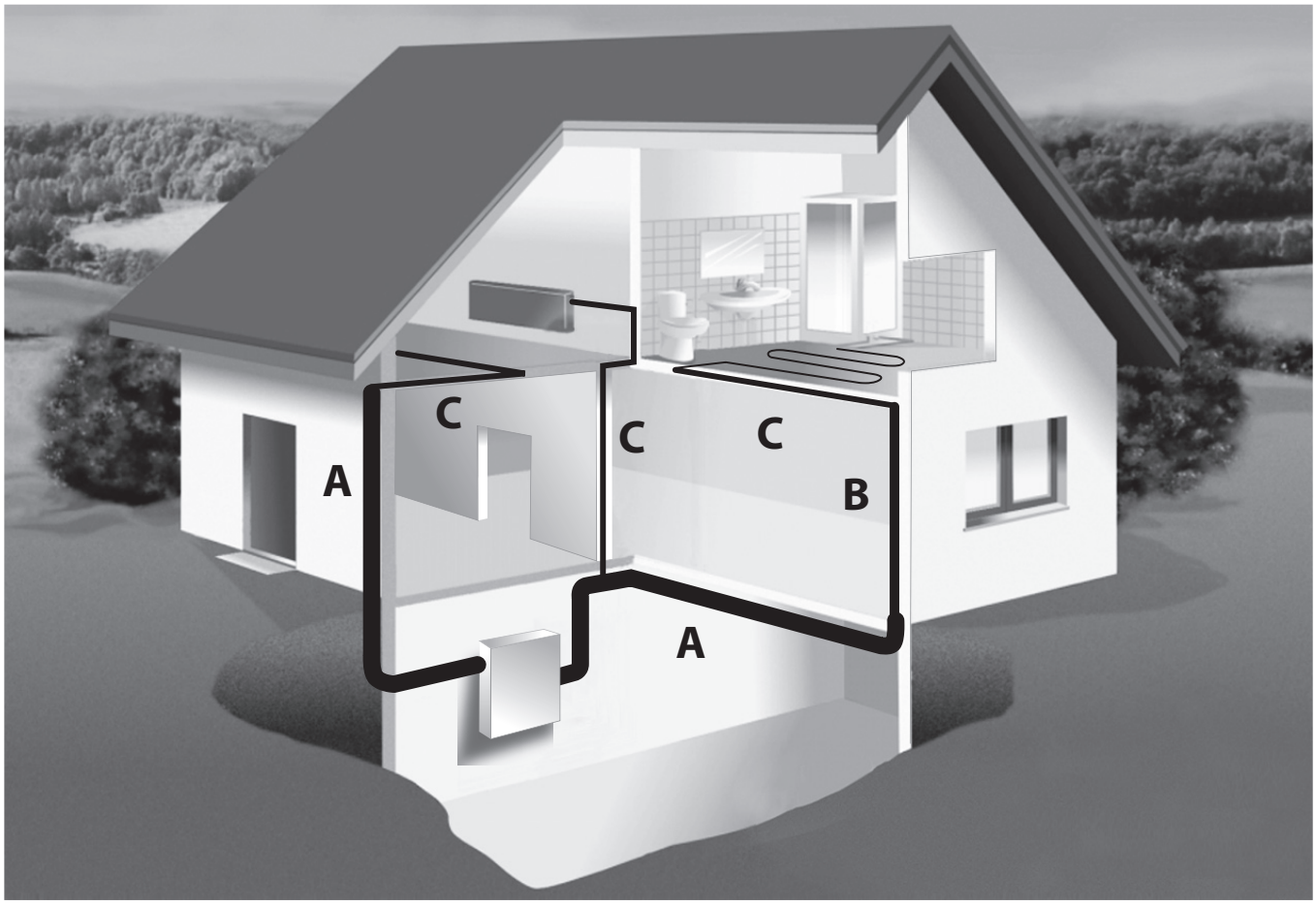
Figura	Installazione	Riduzione dell'emissione
1	installazione sotto mensola	4%
2	installazione in nicchia	7%
3-4	installazione sotto un riparo in lamiera o altro materiale libero in alto e in basso, a seconda delle dimensioni della schermatura rispetto al radiatore	0 - 5%
5	installazione sotto un copriradiatore in lamiera forata a seconda dell'ampiezza e della distanza dei fori	20 - 30%

1.2.4 L'isolamento termico dei circuiti caldi e freddi

Considerazioni di risparmio energetico, supportato da disposizioni di legge (DPR 412/93 in attuazione della legge 10/91), impongono il rivestimento isolante delle tubazioni negli impianti termici e di refrigerazione. Se si tratta di circuiti freddi il rivestimento isolante ha anche il compito di evitare la formazione di condensa con i relativi problemi di gocciolamento, corrosione dei tubi, produzione di muffe.

Ostacolando gli scambi termici tra l'ambiente ed il fluido (caldo o freddo) che circola nell'impianto, il materiale isolante riduce l'apporto di energia che si rende necessario per mantenere nella condotta il valore di temperatura più adatto alle condizioni di funzionamento dell'impianto. Il risparmio di energia che si ottiene, a parità di spessore isolante impiegato, è tanto maggiore quanto più elevato è il potere coibentante dell'isolante.

L'allegato B al DPR 412/93, in attuazione della legge 10/91, stabilisce, in funzione della conduttività termica utile a 40°C dell'isolante (λ) e del diametro esterno della tubazione, il valore minimo degli spessori da assegnare all'isolante che riveste i tubi con circolazione di acqua calda negli impianti di riscaldamento degli edifici. I valori riportati nella tabella della pagina seguente si riferiscono alle tubazioni della categoria A, cioè a quelle esterne o sistemate in luoghi non riscaldati (cantine, garages, locali caldaie). Sono ammesse, sullo spessore dell'isolamento, riduzioni del 50% per tubazioni di categoria B (montanti verticali all'interno dell'isolamento termico dell'involucro edilizio) e del 70% per tubazioni di categoria C (sistemate entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati). Tubazioni che trasportano fluidi a temperature diverse, per esempio le tubazioni di mandata e di ritorno dell'impianto termico, devono essere coibentate separatamente.



Conduttività termica utile (λ) dell'isolante (W/mK)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	20-39	40-59	60-79	80-99	>100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	14	23	31	39	44	48
0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	44	58	71	77	84

1.2.5 Formazione di condensa

La formazione di condensa sulla superficie esterna dei tubi percorsi da un fluido freddo è da tenere in debito conto negli impianti a circolazione di acqua refrigerata (ed in genere di fluidi a bassa temperatura). L'aria, che possiede un certo grado di umidità, a contatto con una superficie fredda deposita su di essa gocce di condensa che sono all'origine di gocciolamenti con conseguenti corrosioni delle tubazioni.

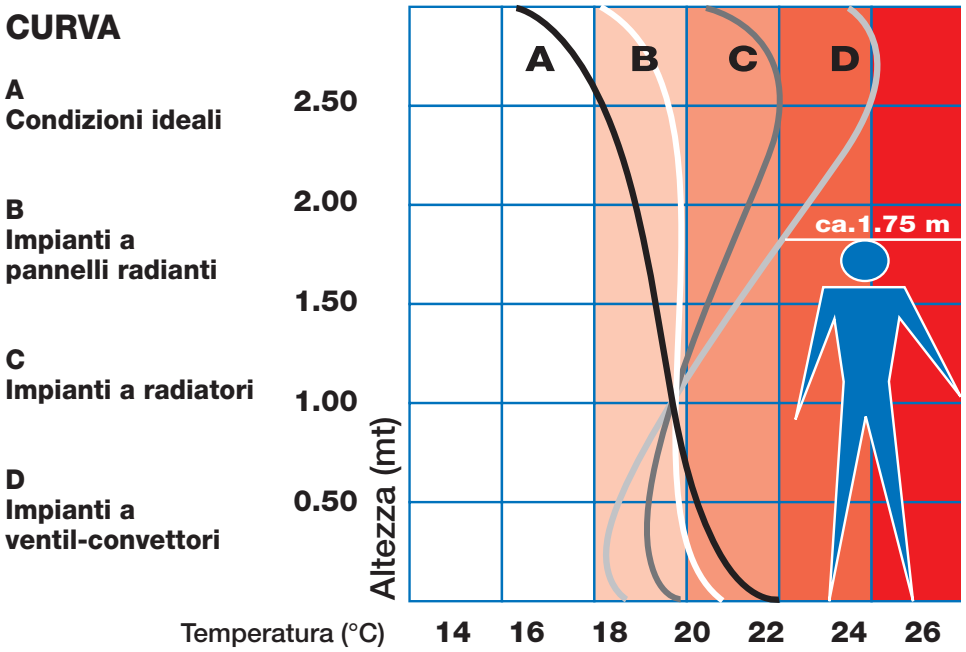
Negli impianti a circolazione di fluidi freddi il rivestimento isolante deve svolgere una doppia funzione:

1. deve opporsi, rendendolo minimo, allo scambio termico legato alla cessione di calore dall'ambiente al fluido freddo convogliato.

2. deve impedire la formazione di condensa sulla superficie esterna della tubazione.

2 Impianto a pannelli radianti

L'impianto a pannelli radianti è caratterizzato dall'assenza di corpi scaldanti. L'energia termica viene fornita ai vari ambienti dalla superficie calda dei rispettivi pavimenti per mezzo di tubi posti sotto la superficie e percorsi da acqua calda a moderata temperatura: essa si propaga principalmente per irraggiamento.
Le principali differenze di confort tra diversi tipi di riscaldamento sono evidenziate dalla tabella sottostante.



Il diagramma descrive la variazione di temperatura a differenti altezze in diversi sistemi di riscaldamento, confrontandola con la condizione ritenuta ideale per il corpo umano (curva A). Si può chiaramente osservare che la curva relativa all'impianto a pannelli radianti (curva B in bianco) è quella che più si avvicina alle condizioni ideali.

2.1 Vantaggi

La distribuzione ottimale del calore è senz'altro una tappa obbligatoria per raggiungere il benessere fisico. L'impianto a pannelli radianti si dimostra più che mai indicato allo scopo: la superficie radiante costituita dal pavimento, garantisce l'omogeneità della temperatura in tutto l'ambiente riscaldato senza sgradevoli stratificazioni.

2.1.1 Benessere termico

Il riscaldamento a pavimento con Geberit crea un effetto di elevato benessere termico in ogni ambiente e dona un elevato senso di comfort all'utente. Il comfort è la piacevole sensazione di benessere fisico che prova una persona in un determinato ambiente. Un ambiente è riscaldato in modo ideale quando in esso la temperatura tende ad abbassarsi verso l'alto. Un ideale profilo della temperatura ambiente si raggiunge solamente con l'ausilio di un riscaldamento a pavimento. L'emissione di calore si estende sull'intera superficie del pavimento.

Il benessere termico dipende dai seguenti fattori:

- temperatura dell'ambiente
- temperatura media della superficie radiante
- temperatura superficiale delle strutture e degli oggetti
- velocità dell'aria
- umidità relativa dell'aria
- attività svolta
- abbigliamento

L'armonizzazione ottimale di tutti i fattori ci consente di creare il benessere termico per il 95% delle persone che vivono in un ambiente riscaldato. Il riscaldamento a pavimento Geberit garantisce che tutte le esigenze di comfort vengano rispettate in quanto emette più del 60% del proprio calore per irraggiamento. Il calore a radiazione è la forma più gradevole all'uomo, come ad esempio il calore dei raggi del sole.

Queste condizioni ideali ottenute con il riscaldamento a pavimento Geberit apportano benessere e comfort.

Negli impianti di riscaldamento tradizionali, la presenza di corpi riscaldanti con temperature elevate (oltre i 40 °C) provoca una variazione delle caratteristiche termoigrometriche dell'aria ed anche la combustione del pulviscolo atmosferico. Entrambi questi fattori concorrono a creare una sensazione di arsura e di disagio nell'individuo, contrariamente a quanto accade all'interno di ambienti dotati di riscaldamento a pannelli radianti.

2.1.2 Creatività e libertà architettonica

Il sistema di riscaldamento a pavimento Geberit risolve tutti i problemi di spazio che si presentano nell'edificio, lasciando all'architetto la totale libertà nella creatività e nella concezione dell'opera. Ad esempio: la posa di finestre senza parapetto, pareti arrotondate, locali grandi senza pareti, pareti leggere, eccetera; l'intera superficie del pavimento è la vostra fonte di calore che regala un piacevole comfort. Il rivestimento del pavimento è libero sia che si scelgano piastrelle di pietra o di ceramica, sia pavimenti in legno o altro.

2.1.3 Risparmio energetico

Il sistema di riscaldamento a pavimento Geberit è adatto per coprire tutta la superficie del pavimento.
L'aumento della superficie riscaldante permette di operare con temperature di esercizio basse (ad esempio 50-40 °C o 40-30 °C).
L'energia necessaria viene sfruttata efficientemente e si raggiungono facilmente i criteri per l'armonizzazione dei fattori del benessere termico. Basse temperature di esercizio sono sempre vantaggiose. Il generatore di calore, sia che si tratti di una caldaia a condensazione o di una termopompa, raggiunge un rendimento annuale elevato. Con la tecnica del sistema Geberit si possono regolare le temperature ambiente di ogni singolo locale, risparmiando ulteriore energia preziosa.
Nel caso di costruzione con locali molto alti i risparmi ottenibili sono ancora più evidenti, grazie alla mancanza di stratificazione di calore nella parte superiore dei vani.

2.1.4 Gestione e manutenzione dell'edificio

Il sistema di riscaldamento a pavimento Geberit funziona con delle basse differenze di temperatura tra la superficie del pavimento e l'aria dell'ambiente, impedendo la formazione di correnti d'aria calda ascensionali, sollevando polvere che andrebbe a sporcare le pareti, i soffitti e le tende. Il sistema di riscaldamento Geberit non richiede alcuna forma di manutenzione, non richiede gestione come in quelli tradizionali a corpi riscaldanti; non sono necessarie ripetute riverniciature dei radiatori e delle pareti circostanti, pure i tendaggi restano puliti più a lungo.

2.1.5 Energia

Impianti funzionanti con temperature di esercizio basse hanno il vantaggio di lasciare completa libertà nella scelta del tipo di produttore di calore e della fonte energetica utilizzabile. Si può produrre il calore come di consueto ad esempio con olio combustibile, gas naturale, gas liquido, combustibili solidi oppure con energie alternative.

2.2 Emissione termica

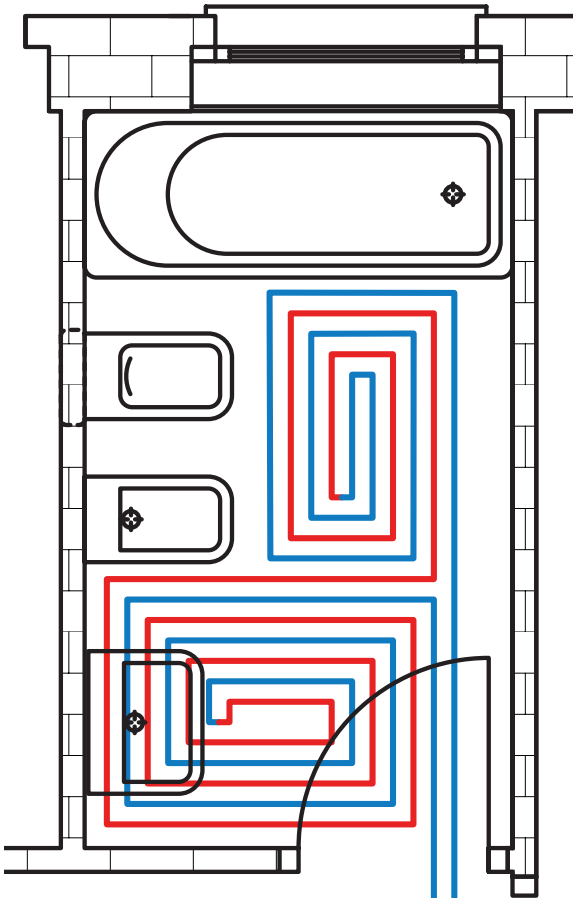
Nei locali con riscaldamento tradizionale a radiatori, che concentrano la fonte di calore in un unico punto, la temperatura delle pareti risulta inferiore a quella dell'aria, causando sensazioni di freddo agli occupanti anche con temperature interne elevate. Con i sistemi a pannelli radianti il pavimento, le pareti e il soffitto si mantengono di qualche grado centigrado più caldi rispetto all'aria, di conseguenza è necessaria una minore temperatura dell'aria per garantire lo stato di comfort.
La temperatura massima del pavimento viene limitata a 29 °C che corrisponde alla temperatura media della pianta del piede evitando così che il corpo riceva calore, anziché smaltirlo dall'estremità inferiore, a tutto vantaggio della circolazione venosa.

A parità di temperatura superficiale del pavimento, la temperatura dell'acqua all'interno del circuito è tanto minore quanto è maggiore la conduttività del pavimento.
La differenza sostanziale di un impianto a pannelli radianti rispetto ad un impianto di riscaldamento a radiatori è la superficie di scambio termico, cioè la superficie attraverso cui l'acqua calda può cedere calore all'ambiente da riscaldare.
Il pannello radiante offre un'area riscaldante molto ampia, di conseguenza in un impianto a pavimento è possibile far circolare l'acqua ad una temperatura decisamente inferiore rispetto a quella di funzionamento in un impianto a radiatori.
Nelle abitazioni residenziali è opportuno evitare di installare tubi con interasse oltre i 30 cm, per non avere temperature superficiali troppo diverse nei vari punti del pavimento, non garantendo un adeguato benessere termico.

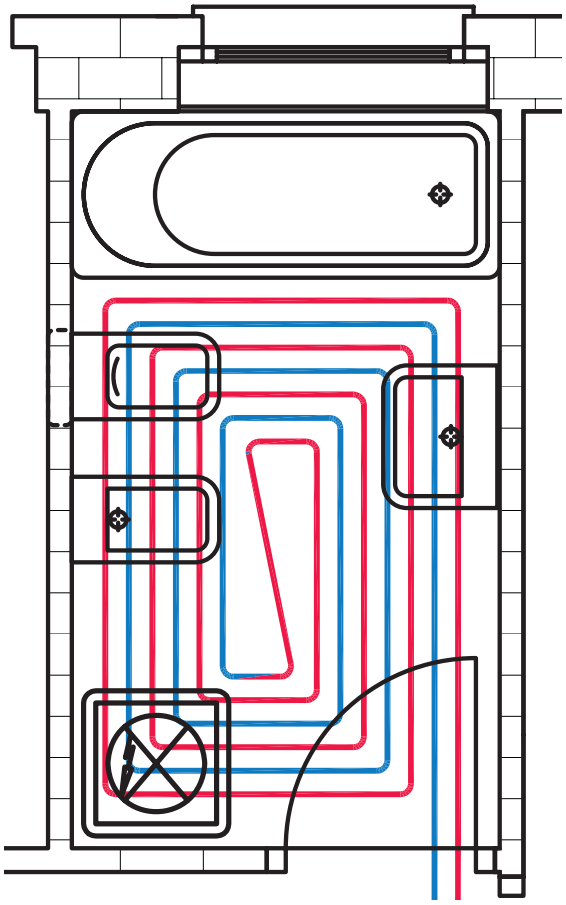
Per quanto riguarda i locali sanitari è consigliabile osservare le seguenti avvertenze:

- Realizzare gli scarichi nelle zone periferiche del locale (evitare il centro stanza).
- Non installare i tubi sotto le vasche, i piatti doccia, i WC e i bidet con appoggio a pavimento.

↓ Esempio apparecchi a pavimento



↓ Esempio apparecchi sospesi



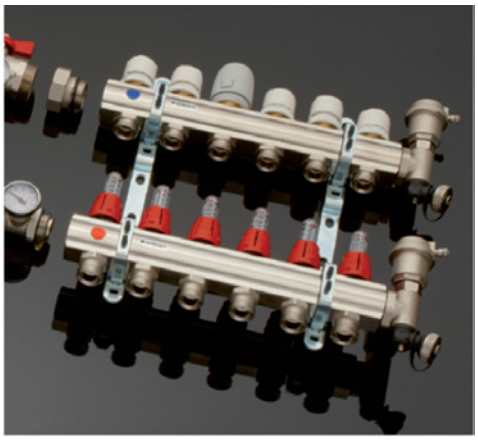
3 Assortimento

Fare riscaldamento con Geberit significa disporre di una gamma completa di prodotti evoluti e affidabili.

Il nuovo sistema a pannelli radianti Geberit è completo e comprende:

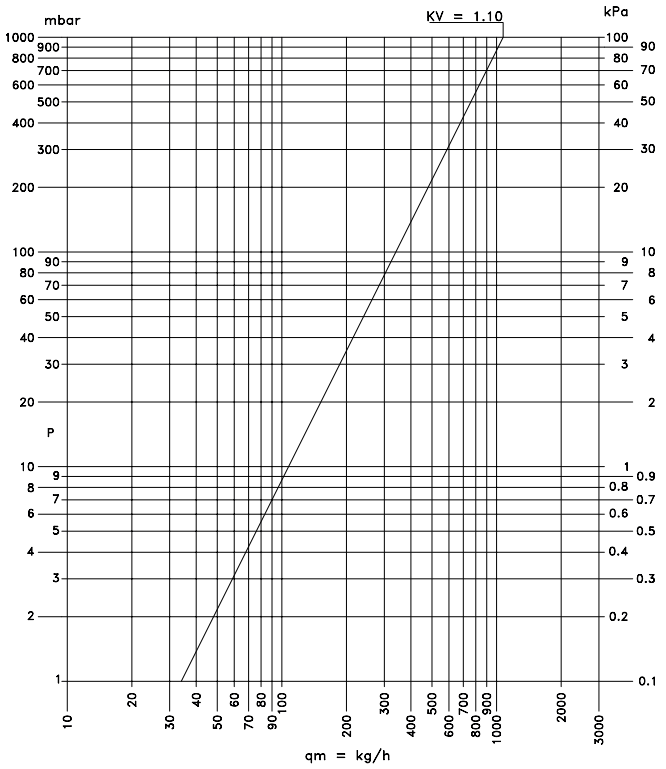
3.1 Collettori a bassa temperatura

Kit collettori di mandata e ritorno a bassa temperatura da 2 a 12 partenze.
Sono sistemi di distribuzione premontati su staffe per un facile collegamento in cassetta. I collettori di mandata presentano dei flussometri con cui è possibile bilanciare le derivazioni e avere lettura immediata della portata sui singoli circuiti. I flussometri permettono la visualizzazione della portata su ogni singolo anello tramite vetrino con scala graduata e indicatore. Consentono inoltre la regolazione e il bilanciamento delle singole derivazioni con memoria di posizione nel caso di chiusura momentanea per operazioni di manutenzione. I collettori di ritorno presentano vitoni termostatizzabili con testina a manovra manuale per l'intercettazione del flusso.



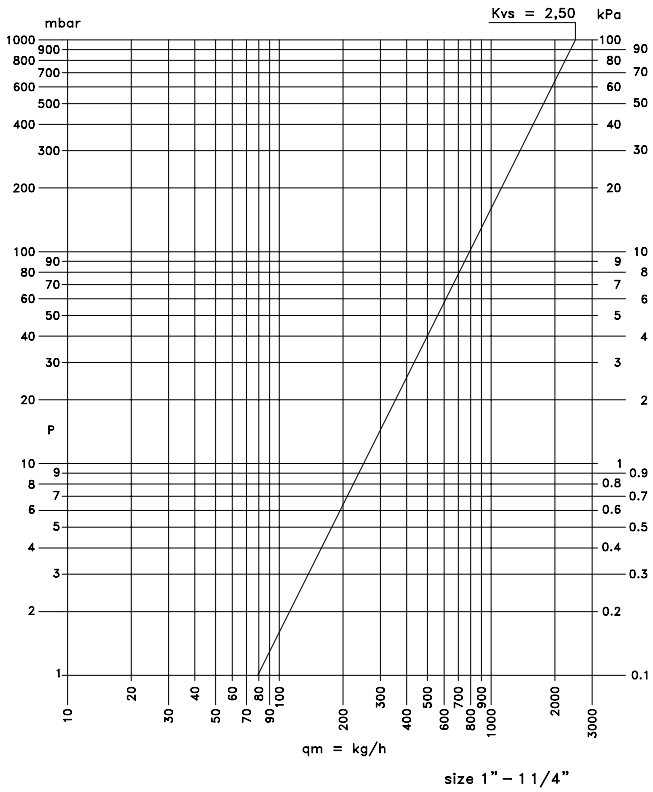
3.1.1 Caratteriistiche idrauliche

Flussimetro



KW= portata che passa dalla valvola con la caduta di pressione di 1 bar.

Collettore di ritorno con valvola di intercettazione



Kvs = 2,50

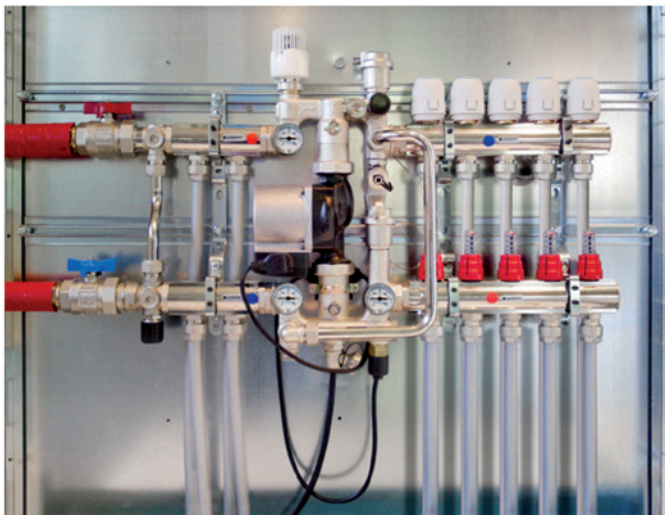
3.2 Gruppo di regolazione

Centralina di miscelazione a punto fisso per impianti di riscaldamento a circuiti misti. Esso svolge la funzione di portare la temperatura del fluido primario (caldaia) al valore desiderato regolabile nel circuito secondario (pannello radiante).

Il gruppo di regolazione Geberit può essere installato mediante nippli girevoli ai collettori per la distribuzione ad impianti a pannelli, montati su supporti standard. Inoltre può essere facilmente assemblato a collettori di alta temperatura nel caso di impianto misto con radiatori e scaldasalviette per i bagni e impianto a pavimento per il resto dell'unità abitativa. Il gruppo di regolazione Geberit presenta ingombri molto ridotti e può essere installato sia con uno sviluppo verticale che orizzontale. Esso dovrà essere installato con una pompa di circolazione da 13 cm (non fornita da Geberit). (Ulteriori informazioni, vedere capitolo 4).

3.3 Collettore ad alta temperatura

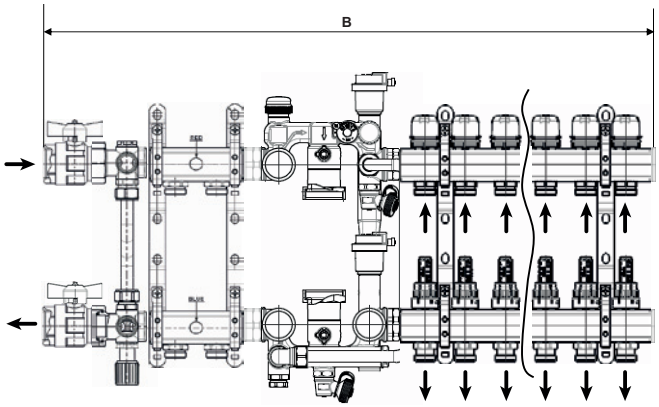
Kit collettore completo a 2 uscite per allacciamento a termoarredi ad alta temperatura. Esso può essere posizionato sia in orizzontale che in verticale rispetto al sistema di regolazione Geberit.



3.3.1 Aspetti dimensionali

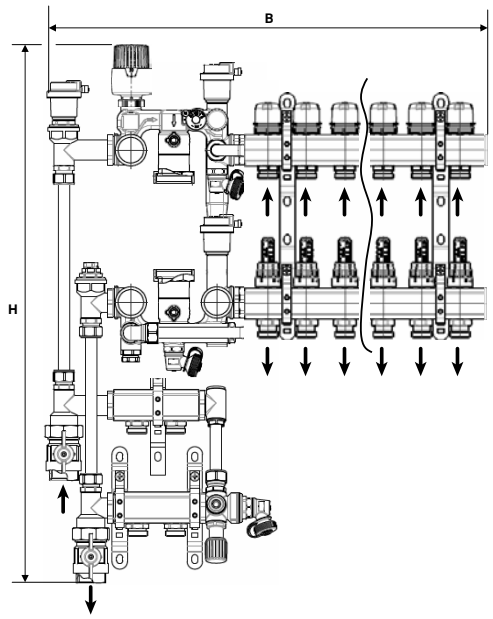
Di seguito alcuni esempi di ingombri per un assemblaggio completo del kit posto in orizzontale ed in verticale.

Il kit è composto da:
- Collettore a bassa temperatura
- gruppo di regolazione Geberit
- Collettore ad alta temperatura
- Bypass
- Valvole a sfera



↑ Allacciamento in orizzontale

Numero di partenze per collettore a bassa temperatura	B (mm)
2 partenze	535
3 partenze	585
4 partenze	635
5 partenze	685
6 partenze	735
7 partenze	785
8 partenze	835
9 partenze	885
10 partenze	935
11 partenze	985
12 partenze	1035



↑ Allacciamento in verticale

Numero di partenze per collettore a bassa temperatura	B (mm)
2 partenze	378
3 partenze	428
4 partenze	478
5 partenze	528
6 partenze	578
7 partenze	628
8 partenze	678
9 partenze	728
10 partenze	778
11 partenze	828
12 partenze	878
	H (mm)
	720

3.4 Testa elettrotermica con dispositivo antimanomissione (2 fili)

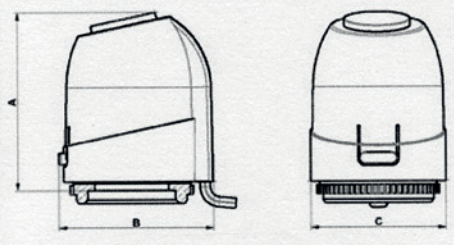
Alimentazione 230 V AC

Le testine sono attuatori termoelettrici che possono essere montati sulle valvole d'intercettazione montate sulle singole derivazioni dei collettori. Vengono in genere controllate direttamente da un termostato ambiente che, chiudendo un contatto, permette l'alimentazione dell'attuatore determinandone l'apertura. Il sistema presenta all'interno un termostato ad espansione di cera che, scaldandosi per effetto dell'alimentazione elettrica, si allunga e si accorcia determinando il movimento del pistone interno all'attuatore. Tale movimento viene poi trasferito all'astina di comando delle valvole provocandone l'apertura o la chiusura. L'attuatore è fornito nella versione NC (normalmente chiusa), ossia mantiene chiusa la valvola, per mezzo di una molla, nei caso non sia alimentato. Solo nel caso di primo utilizzo, ossia senza mai essere stato eccitato, la testina si trova in posizione di apertura in modo da facilitarne il montaggio sulla valvola. L'accoppiamento alla valvola viene ottenuto mediante una ghiera adattatrice in plastica sui cui l'attuatore viene montato a scatto facendo una leggera pressione.

Caratteristiche tecniche

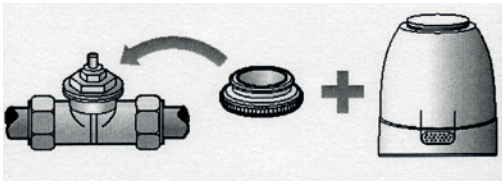
Versione	Normalmente chiuso
Alimentazione	230 VAC
Corrente di accensione	300 mA
Corrente di esercizio	8mA
Potenza	1.8 W
Tempo apertura/chiusura.	3 min. circa
Corsa	4 mm
Forza della molla	100 N±5%
Temperatura del fluido	0 - 100°C
Temperatura immagazzinaggio	-25°C - 60°C
Temperatura ambiente	0 -60°C
Grado di protezione	IP 54
Conformità CE secondo	EN 60730
Peso	100 g
Cavo di connessione	2 x 0.75 mm^2 PVC
Lunghezza cavo	1 m

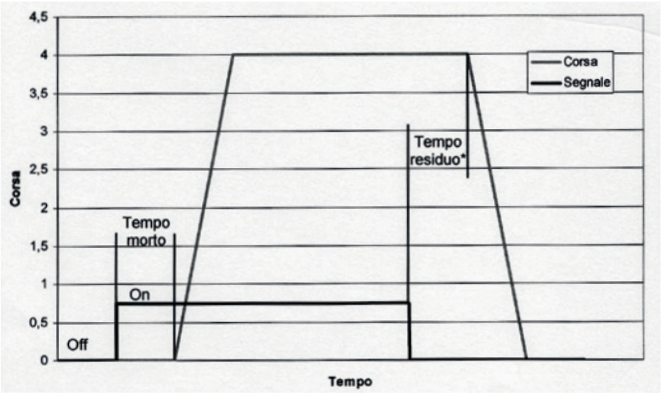
Dimensioni



A	B	C
54 ± 58	47	44

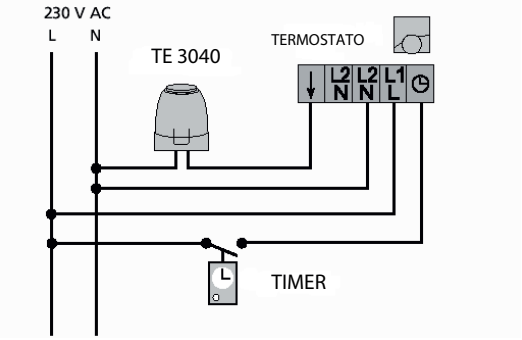
Il montaggio sulla valvola avviene per mezzo di una ghiera adattatrice in plastica. Dopo aver avvitato la ghiera alla valvola, montare l'attuatore facendo una leggera pressione in alto, un dispositivo a scatto permetterà il bloccaggio dell'elemento sulla ghiera, consentendo soltanto la rotazione dell'attuatore per facilitarne l'orientamento. Facendo una leggera pressione sulla linguetta laterale sarà sempre possibile rimuovere la testina dalla valvola.





↑ *Il tempo residuo indica l'intervallo tra l'istante in cui viene tolta l'alimentazione e l'istante in cui l'elemento sensibile a cera si è raffreddato e cessa quindi di mantenere l'attuatore in posizione di apertura.

Esempio di connessione

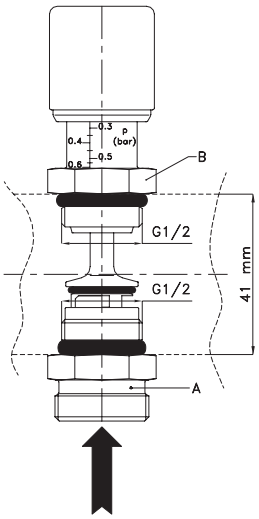


Per maggiori informazioni inerenti il cablaggio riferirsi alle istruzioni riportate all'interno della confezione. L'installazione e il cablaggio di questi componenti deve essere esclusivamente realizzato da personale specializzato e qualificato.

3.5 Valvola Bypass

Funzionalità

L'utilizzo della valvola di bypass è necessario in tutti gli impianti di riscaldamento ad acqua calda dove sono presenti valvole di zona a 2 vie o corpi scaldanti muniti di valvole di regolazione che consentono in determinate condizioni, la completa esclusione del circuito.
La valvola garantisce un ricircolo tale da impedire che la pompa sia utilizzata in condizioni lontane da quelle di progetto evitando sbilanciamenti dei circuiti funzionanti in parallelo e fastidiosi rumori dovuti all'aumento della velocità del fluido nell'attraversamento degli organi di regolazione stessi.

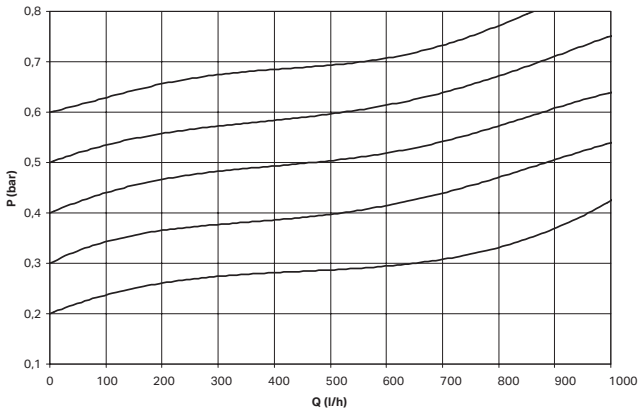


La valvola è composta da 2 parti:
A - Sede valvola con raccordo per l'ingresso del fluido
B - Elemento di regolazione con scala da 0,2 a 0,6 bar

N.B.
Il raccordo deve essere montato solo dal lato di ingresso del fluido.

Regolazione

Ruotare la manopola fino a far coincidere il bordo della stessa con il valore desiderato riportato sulla scala graduata presente sul corpo della valvola.



3.6 Cassetta da incasso per collettore

Le cassette da incasso per collettori sono in acciaio verniciato, complete di guida per il fissaggio dei collettori, coperchio con serratura e coperchio protezione cantiere da utilizzare in fase di posa in opera. Ci sono due modelli con profondità differenti:

- 11-16 cm per quando viene utilizzato il gruppo di regolazione Geberit.
- 8-13 cm per quando viene utilizzato solo il collettore per bassa temperatura.

Questa cassetta è molto comoda in quanto può essere montata in una parete divisoria di soli 8 cm.

3.7 Pannello isolante

Il pannello isolante può essere “liscio”, da 2 cm o “bugnato”, da 1 a 3 cm.
Il pannello liscio permette di essere steso velocemente sul pavimento grezzo e di posare con facilità il tubo con il passo desiderato grazie al reticolo guida serigrafato sulla superficie. Il pannello bugnato ha dalla sua la semplicità e rapidità di posa. La particolare forma del “fungo” permette il bloccaggio stabile del tubo con facilità, con un passo minimo di 5 cm.

↑ Pannello isolante liscio

↑ Pannello isolante bugnato

↓ Posa del tubo multistrato Geberit sul pannello isolante bugnato

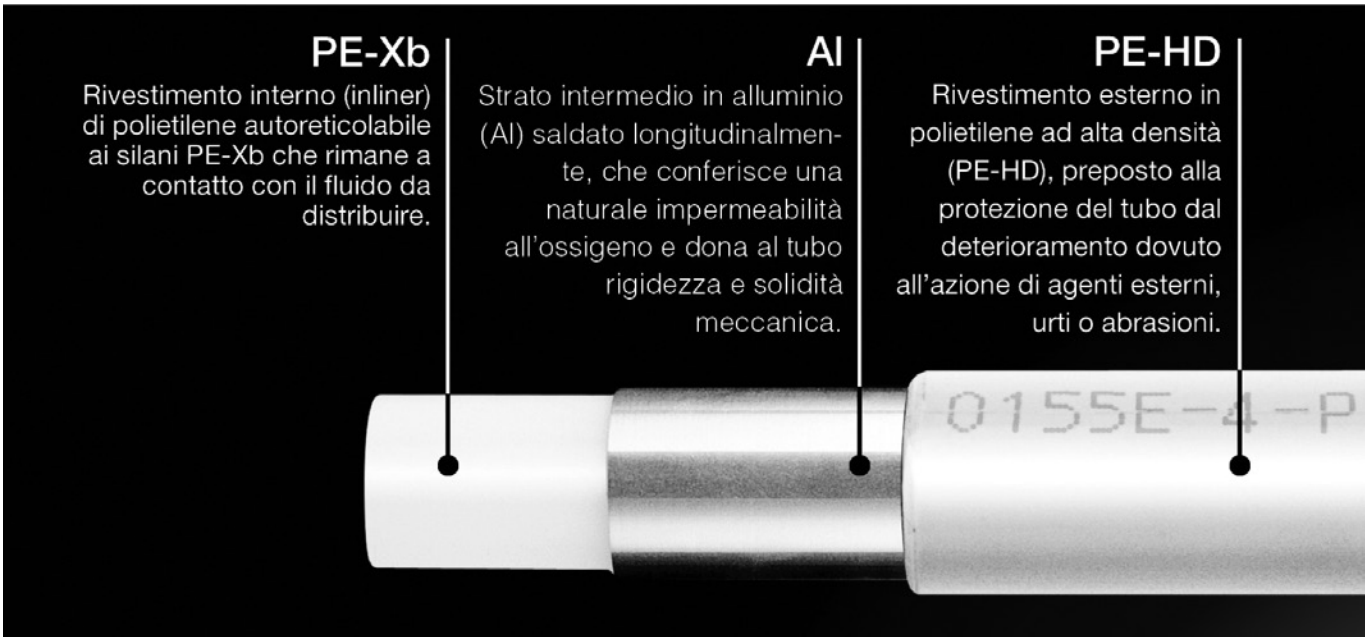
↓ Posa del tubo multistrato Geberit sul pannello isolante liscio

3.8 Tubo multistrato Geberit

I tubi mutistrato PushFitTherm e MeplaTherm, grazie all'alluminio offrono una barriera naturale all'ossigeno, evitando quindi il fenomeno dell'osmosi ovvero la formazione di melma e di ossidazione all'interno della tubatura.

3.8.1 Caratteristiche del tubo multistrato MeplaTherm

Il tubo multistrato MeplaTherm ha le stesse caratteristiche del tubo multistrato per adduzione Geberit Mepla. Esso si presenta nel seguente modo:


PE-Xb
Rivestimento interno (inliner) di polietilene autoreticolabile ai silani PE-Xb che rimane a contatto con il fluido da distribuire.
Al
Strato intermedio in alluminio (Al) saldato longitudinalmente, che conferisce una naturale impermeabilità all'ossigeno e dona al tubo rigidezza e solidità meccanica.
PE-HD
Rivestimento esterno in polietilene ad alta densità (PE-HD), preposto alla protezione del tubo dal deterioramento dovuto all'azione di agenti esterni, urti o abrasioni.

L'utilizzo del tubo multistrato MeplaTherm per la realizzazione di impianti a pannelli radianti unisce in modo superlativo le caratteristiche del materiale sintetico con quelle del metallo che ne compone l'anima centrale. Ciò permette di avere numerosi vantaggi:

- Permeabilità naturale ai gas, grazie alla presenza naturale dell'alluminio senza aggiunta di apposite pellicole.
- Assenza di fenomeni corrosivi.
- Mancanza di aderenza nei confronti dei depositi incrostanti.
- Basse perdite di carico.
- Facilità di posa.
- Dilatazioni contenute.
- Mantiene la forma data.

3.8.2 Caratteristiche del tubo Geberit PushFitTherm

Tubo multistrato leggero ma stabile nella forma

Il tubo multistrato Geberit PushFitTherm (con marchiatura e isolamento rosso per i tratti di tubo non immersi nel massetto) ha una sottile ma stabile anima di alluminio. L'assortimento si compone del tubo idoneo per impianti a circuito chiuso. Questo tubo flessibile, leggero e stabile è ideale per eseguire impianti di riscaldamento (riscaldamento a pavimento). I rotoli sono facilmente lavorabili e si possono piegare manualmente.
Il tubo PushFitTherm unisce in modo superlativo le caratteristiche del materiale sintetico con quelle del metallo che ne compone l'anima centrale.

Le caratteristiche tipicamente "plastiche" di Geberit PushFitTherm sono le seguenti:

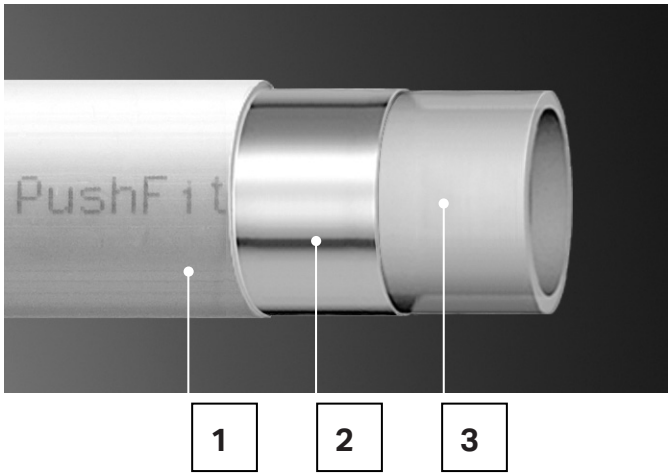
- la leggerezza: il basso peso specifico dei suoi componenti permette di realizzare un prodotto sette volte più leggero di un tubo d'acciaio di diametro equivalente.
- la maneggevolezza, che si traduce in rapidità di posa.
- l'elevatissima resistenza alla corrosione interna e ai raggi ultravioletti, grazie al mantello protettivo esterno realizzato in polietilene a resistenza termica maggiorata e stabilizzato con i raggi UV.
- la flessibilità del tubo che permette di limitare allo stretto necessario l'impiego di raccordi, realizzando, con adeguate curve, il sorpasso di eventuali ostacoli nella posa.

Le caratteristiche tipicamente "metalliche" invece sono:

- la stabilità di forma.
- l'impermeabilità alla diffusione di ossigeno.
- la dilatazione molto contenuta con valori simili a quelli del metallo.

Il tubo multistrato Geberit PushFitTherm ha una sottile ma stabile anima di alluminio. Uno strato protettivo esterno di materiale sintetico PE-RT, preposto alla protezione del tubo dal deterioramento dovuto all'azione di agenti esterni, urti o abrasioni e un rivestimento interno (inliner) di polietilene reticolato ai silani PE-Xb che rimane a contatto con il fluido da distribuire.

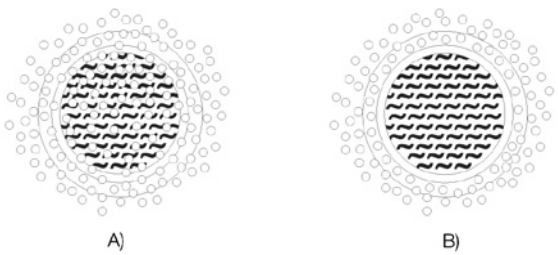
Componenti del multistrato PushFit



1. Strato protettivo in PE-RT
2. Strato di alluminio
3. Strato interno in PE-Xb

3.8.3 La diffusione dell'ossigeno

La diffusione di ossigeno negli impianti a circuito chiuso rappresenta un grosso problema in quanto si genera la formazione di melma di magnetite che è in grado di provocare una corrosione perforante, intaccando le parti metalliche ossidandole dall'interno.
Con i moderni sistemi di riscaldamento eseguiti con i tubi Geberit MeplaTherm e Geberit PushFitTherm questo problema scompare. Lo strato d'alluminio impedisce all'ossigeno di penetrare all'interno delle condotte e di conseguenza elimina la formazione della melma. Ciò permette una impermeabilità assoluta all'ossigeno, evitando il fenomeno dell'osmosi, ovvero del passaggio dell'ossigeno dall'esterno all'interno, impedendo che quest'ultimo venga a contatto con il fluido in circolazione che a sua volta è a contatto con le parti metalliche del sistema, infatti l'interazione tra ossigeno e fluido potrebbe provocarne l'ossidazione e corrosione.



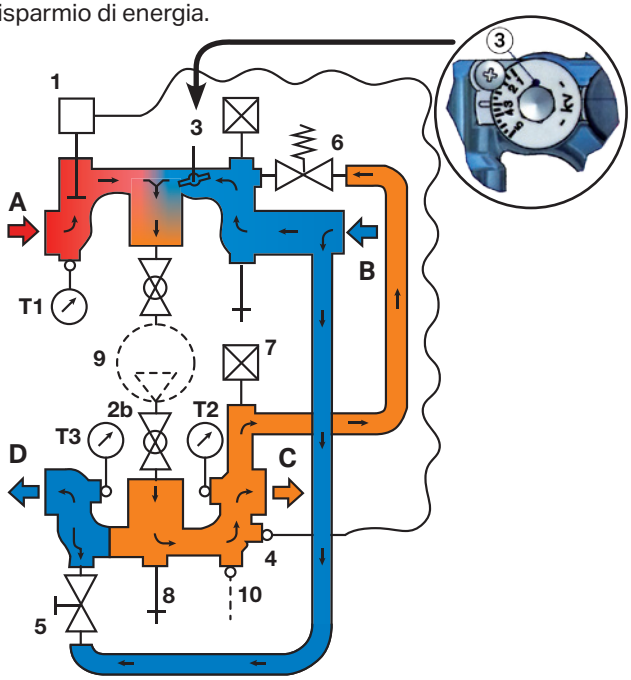
A) tubo sintetico permeabile all'ossigeno
B) tubo multistrato Geberit MeplaTherm e PushFitTherm

4 Regolazione

4.1 Finalità

Il gruppo di regolazione Geberit svolge la funzione di portare la temperatura del fluido del circuito primario (caldaia) al valore regolabile desiderato nel circuito secondario (pannello radiante).
Esso è un elemento modulare collegabile direttamente ed agevolmente ai nostri collettori per impianti a pannelli.
La versatilità di questo gruppo è messa in grande risalto nel caso di impianto a circuiti misti: ad alta temperatura (sistema a radiatori) e bassa temperatura (sistema a pannelli radianti). È questo il caso classico di unità abitativa con riscaldamento generale a pavimento e bagni con termoarredo ad alta temperatura (scalda salviette, etc.).
Per realizzare questo impianto, basta collegare all'ingresso del gruppo di regolazione Geberit, una coppia di collettori con derivazioni semplici per radiatori.
È ovvio che nel caso di funzionamento misto sia necessario l'impiego di una pompa di circolazione per la parte ad alta temperatura, compreso un gruppo bypass per proteggere il circolatore stesso.
Il gruppo di regolazione Geberit è una versione provvista di regolazione a punto fisso per mezzo di testata termostatica con sonda ad immersione e temperatura regolabile da 20°C a 60°C.

Il comfort delle singole unità abitative può essere ulteriormente migliorato dotando ogni singolo ambiente di termostato e testina elettrotermica di intercettazione del singolo circuito. Questo dispositivo determina il fermo pompa allorchè tutte le utenze sono soddifatte, consentendo anche un risparmio di energia.



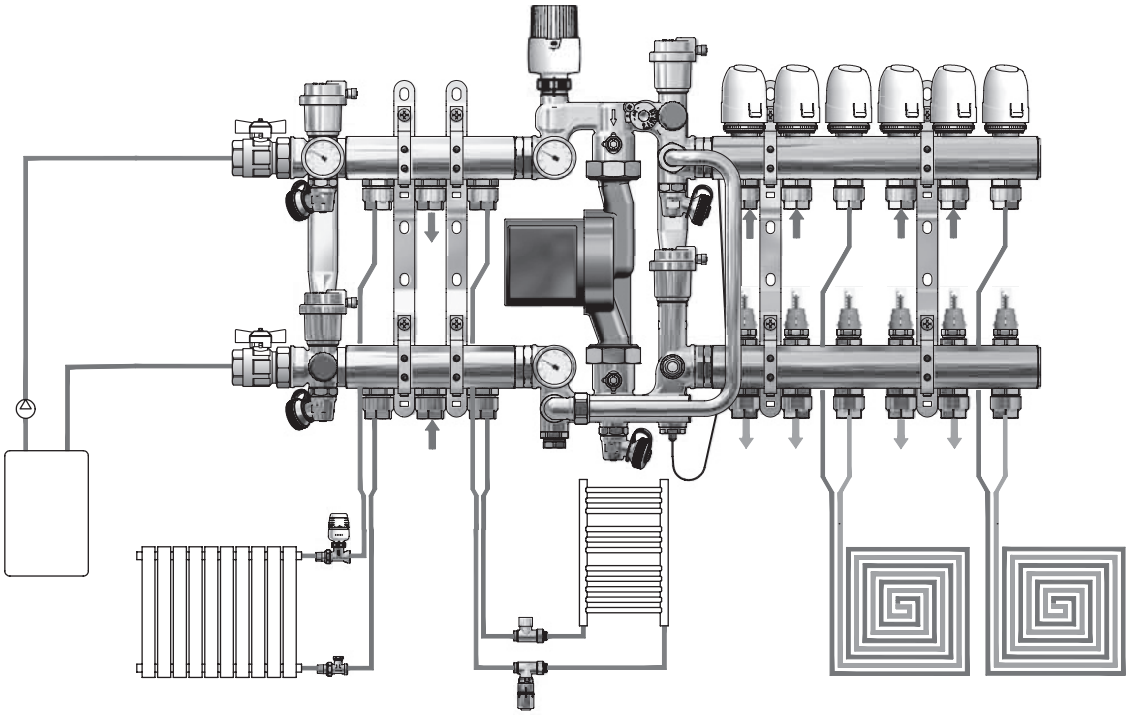
4.2 Principio di funzionamento

Il gruppo di regolazione Geberit realizza il circuito idraulico descritto nell'immagine sottostante e contiene tutti gli accessori indispensabili per un corretto funzionamento ed una facile manutenzione.

L'acqua ad alta temperatura proveniente dalla caldaia arriva al gruppo di regolazione Geberit all'ingresso **(A)** dove è presente la valvola motorizzata che ne controlla il flusso.
L'acqua di caldaia prima di passare alla pompa **(9)** attraverso la valvola di intercettazione **(2a)** viene miscelata con l'acqua di ritorno dei pannelli radianti proveniente dal ritorno **(B)**.
L'acqua miscelata alla temperatura desiderata viene inviata ai pannelli radianti dall'uscita **(C)** nelle vicinanze della quale sono installate le sonde di controllo e di sicurezza **(4 e 10)**.
Il ritorno in caldaia avviene attraverso il condotto in tubo di rame attraverso la porta **(D)**. La valvola di bypass differenziale **(6)** (regolabile da 0,2 a 0,6 bar) protegge la pompa in caso di chiusura simultanea dei circuiti derivati. L'elemento di fondamentale importanza di tutto il circuito è rappresentato dalla valvola di bilanciamento **(3)** attraverso la quale vengono equilibrate le perdite di carico del circuito secondario (pannelli) con il primario (caldaia e valvola motorizzata). Il sistema viene fornito con la valvola di bilanciamento in posizione 2,5 che è quella che soddisfa le esigenze della maggior parte degli impianti. Per esigenze diverse si dovrà regolare la valvola in posizione derivante dal calcolo come nell'esempio seguente:

1	Valvola a due vie con controllo a punto fisso mediante testa temostatica
2a-2b	Valvole intercettazione pompa
3	Bypass secondario di bilanciamento
4	Pozzetto per sonda temperatura
5	Valvola d'intercettazione
6	Bypass differenziale di sovrappressione
7	Valvola di sfiato automatico aria
8	Rubinetti di carico-scarico impianto
9	Pompa (non fornita)
10	Termostato di sicurezza
T1, T2, T3	Indicatori di temperatura

4.3 Esempio di calcolo



E_p = energia calorica da fornire ai pannelli =10000 W/h
T_c = temperatura del fluido primario (caldaia) =75 °C
T_{ip} = temperatura all'ingresso dei pannelli =45 °C
T_{rp} = temperatura al ritorno dei pannelli =35 °C
Q_p = portata del circuito primario (Kg/h), in pratica è la portata che attraversa la valvola motorizzata (1)

$$Q_p = \frac{Ep}{T_c - T_{ip}} = \frac{10'000}{75 - 35} \cdot 0.86 = 215 \text{ kg/h}$$

Q_c = portata nel circuito di utilizzazione (pannelli), cioè la portata che passa attraverso la pompa (9)

$$Q_c = \frac{Ep}{T_{ip} - T_{rp}} = \frac{10'000}{45 - 35} \cdot 0.86 = 860 \text{ kg/h}$$

Q_b = portata attraverso la valvola di bilanciamento (3)

$Q_b = Q_p - Q_c = 860 - 215 = 645$ Kg/h

Nel funzionamento a regime, il fluido che passa attraverso la valvola motorizzata pari a 215 Kg/h produce una perdita di carico deducibile dal diagramma di figura 4a pari a 0,060 bar. Per avere l'equilibrio a regime del sistema, bisogna fare in modo che la quantità di acqua ricircolata dai pannelli radianti attraverso la valvola di bilanciamento (3), abbia le stesse perdite di carico calcolate precedentemente. Ora, si entra quindi nel diagramma di figura 4b: sulle ascisse si riporta la portata di ricircolo cioè 645 Kg/h e sulle ordinate il valore di perdita di carico imposta e cioè 0,060 bar. Il punto di incontro di queste due rette determina (sulla retta inclinata) la posizione di regolazione della valvola di bilanciamento. Nel nostro caso è la posizione 2,5. Si consiglia di operare il bilanciamento nel modo sopra descritto anche nel caso in cui è presente la pompa di circolazione di caldaia per l'alimentazione degli elementi ad alta temperatura.
La scelta della pompa di circolazione è molto semplice: essa dovrà fornire la prevalenza necessaria a vincere le cadute di pressione del circuito radiante sommate a quelle del fluido circolante nella valvola di regolazione. Supponendo una caduta totale dell'anello più sfavorito di 0,250 bar, la pompa dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Portata $Q_c = 215 + 645 = 860$ Kg/h

Prevalenza H = 0,250 + 0,060 = 0,310 bar

Fig. 4a

	Valvola con testata termostatica	
Valvola con motore	kv_s (Δt=−2K)	kv_{s} (qm max)
0.9	0.9	2.75
0.9		

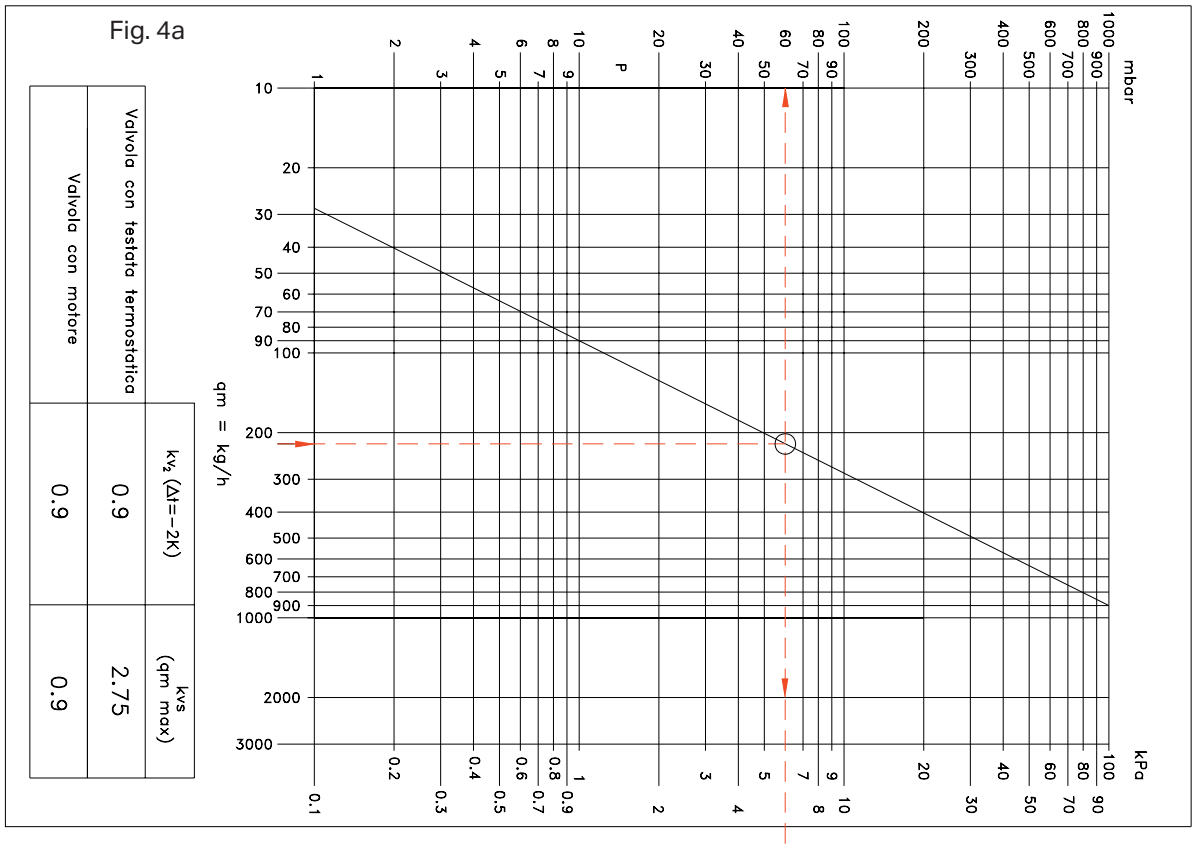
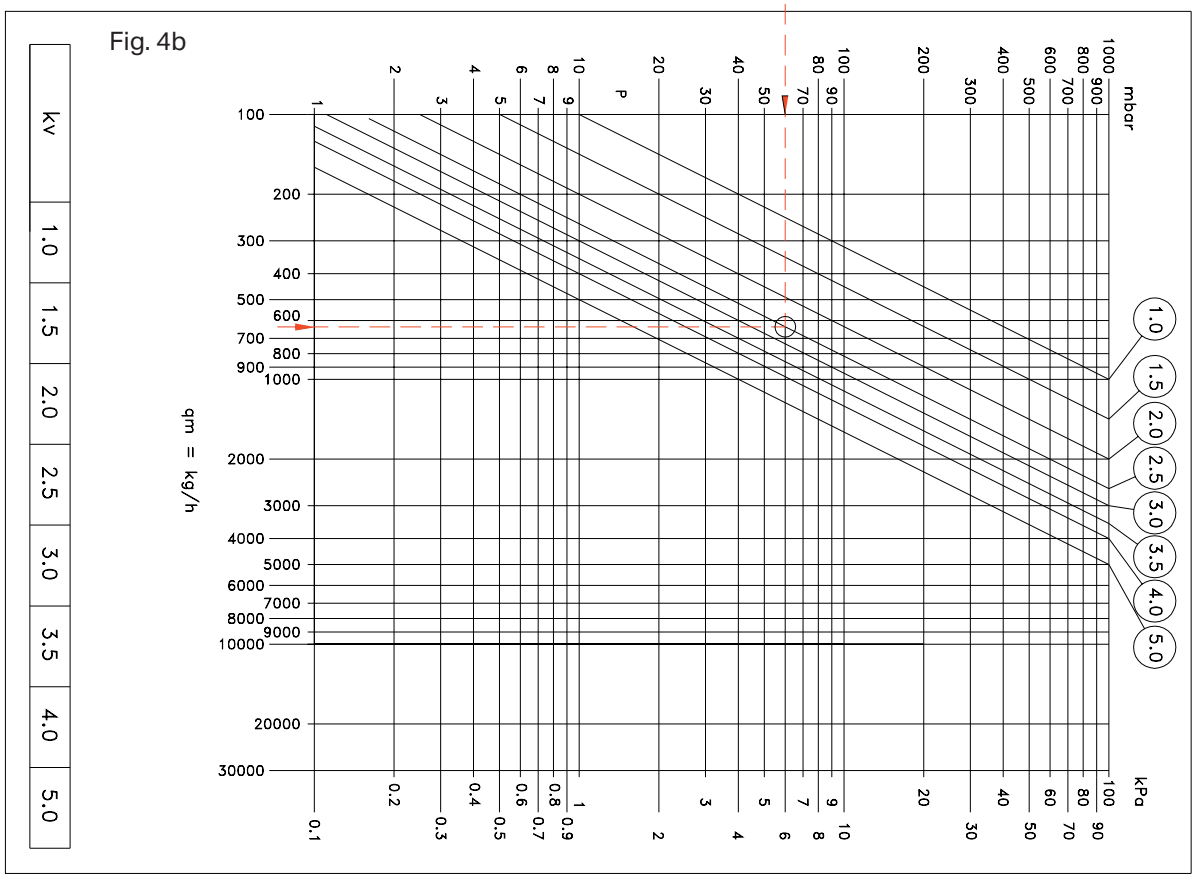


Fig. 4b

kv
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
5.0



5 Progettazione e dimensionamento

5.1 Norme da osservare per il calcolo del dimensionamento

Il dimensionamento degli impianti parte dalla determinazione del fabbisogno termico degli ambienti da riscaldare, ed è perciò realizzato per singolo locale e non per l'intero edificio.
La procedura che regolamenta questo passo è la parte 3 della Norma UNI EN 1264. Essa suggerisce di dimensionare l'impianto a pavimento nelle condizioni di esercizio peggiori in modo di garantire all'utente di raggiungere sempre in ambiente le condizioni di benessere termico. Per questo motivo la norma invita a considerare pavimento con resistenza termica $R_{\lambda,B}$ pari a 0.1 m^2K/W per tutti i locali fatta eccezione dei bagni per i quali si considera $R_{\lambda,B}$ pari a 0 (per i dati vedere capitolo 5.7). In realtà esistono particolari tipi di pavimento con resistenza termica ancora maggiore: in quel caso la UNI EN 1264-3 invita a considerare nel calcolo la resistenza termica del pavimento reale.

5.1.1 Resistenza termica del pavimento

È molto importante conoscere la finitura superficiale dei vari ambienti, sia per tipologia di materiale utilizzato, sia per lo spessore dello stesso in quanto questi fattori influiscono notevolmente in fase di progettazione di un impianto radiante.

$$R_{\lambda,B} = \frac{S_p}{\lambda_p}$$

La resistenza termica del pavimento si calcola con la formula:
$R_{\lambda,B}$ = resistenza termica del pavimento, m^2K/W
S_p = spessore del pavimento, m
λ_p = conducibilità termica del pavimento, W/mK

↓ **La conducibilità termica relativa a materiali maggiormente utilizzati per pavimenti sono descritti nella tabella seguente.**

Materiale	Conducibilità λ_p W/mK
Ceramica	1,00
Cotto	0,90
Gomma per pavimenti	0,28
Granito	3,20
Linoleum	0,18
Marmo	3,40

Nelle tabelle che seguono si riportano i valori precalcolati delle resistenze termiche $R_{\lambda,B}$ per i solai ed i materiali di rivestimento più comunemente utilizzati.

↓ **Resistenza termica dei solai**

Tipologia di solaio	Resistenza termica $R_{\lambda,B}$ (m^2K/W)
Solaio in laterizio 200 mm	0,0320
Solaio in laterizio 240 mm	0,0350
Solaio in laterizio 280 mm	0,0370
Solaio Predalles 150 mm	0,0360
Solaio Predalles 200 mm	0,0400
Solaio Predalles 250 mm	0,0430

↓ **Resistenza termica dei rivestimenti**

Rivestimento	Resistenza termica $R_{\lambda,B}$ (m^2K/W)
Ceramica 6 mm	0,0060
Ceramica 8 mm	0,0080
Ceramica 10 mm	0,0100
Ceramica 12 mm	0,0120
Cotto 10 mm	0,0111
Cotto 15 mm	0,0167
Cotto 20 mm	0,0222
Cotto 30 mm	0,0333
Rivestimento sintetico 2 mm	0,0071
Rivestimento sintetico 3 mm	0,0107
Rivestimento sintetico 4 mm	0,0143
Rivestimento sintetico 5 mm	0,0179

Rivestimento	Resistenza termica $R_{\lambda,B}$ (m^2K/W)
Marmo 10 mm	0,0029
Marmo 15 mm	0,0044
Marmo 20 mm	0,0059
Marmo 30 mm	0,0088
Parquet 6 mm	0,0300
Parquet 8 mm	0,0400
Parquet 10 mm	0,0500
Parquet 12 mm	0,0600
Parquet 14 mm	0,0700
Parquet 16 mm	0,0800
Parquet 18 mm	0,0900
Parquet 20 mm	0,1000

Definiti questi parametri, dovranno essere messi a disposizione la pianta dei locali da riscaldare con le caratteristiche fisiche dell'edificio in cui andrà posato l'impianto (grado di isolamento dell'edificio, posizione delle superfici vetrate, ecc.) e la posizione dei collettori al fine di ottimizzare la distribuzione dei circuiti di andata e ritorno. È consigliabile posizionarlo in zona abbastanza centrale e facilmente ispezionabile. Quindi si procede con il dimensionamento dell'impianto a pannelli radianti che consiste nel determinare:

- Interassi di posa
- Temperatura di alimentazione dell'impianto
- Portate in circolo nei singoli anelli dell'impianto
- perdite di carico

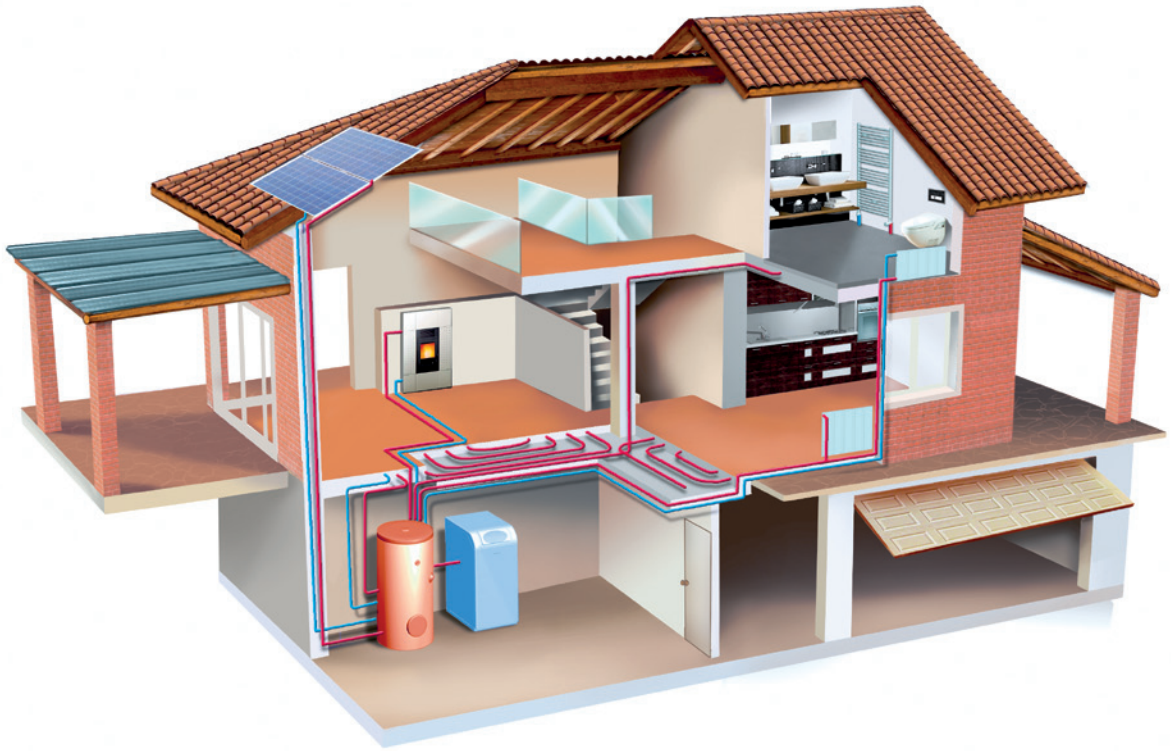
Per determinare interassi di posa e temperatura di alimentazione dell'impianto a pavimento è necessario confrontare le curve di resa del tubo multistrato Geberit MeplaTherm o Geberit PushFitTherm con i fabbisogni termici distribuiti dalla superficie totale a disposizione dell'impianto.
La prima scelta di interasse viene fatta sul locale sfavorito ossia sul locale con necessità di maggiore apporto termico per unità di superficie. Individuato il passo per il locale campione, dalla curva di resa si ricava la temperatura media da garantire negli anelli che servono tale locale e conseguentemente la temperatura di alimentazione di quel locale nonché di tutto l'impianto.

Un' attenzione fondamentale va attribuita alla temperatura superficiale del pavimento, per la quale devono essere considerati i seguenti valori ottimali al fine di raggiungere il benessere termico.

A	B	C	Tipo di locale
29 °C	20 °C	100	Locali ad occupazione permanente
33 °C	24 °C	100	Bagni o piscine coperte
35 °C	20 °C	175	Locali a cui si accede raramente

A. Temperatura massima della superficie del pavimento
B. Temperatura ambiente
C. Flusso termico aerico limite (potenza termica limite W/m^2)

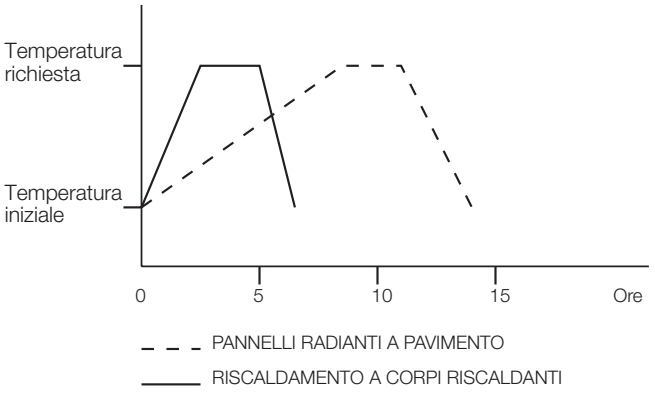
Quando si procede al dimensionamento dei vari locali è quindi necessario verificare se, con la distribuzione del carico scelto, vengano raggiunti i valori delle tabelle precedenti. A questo proposito occorre tenere ben presente che la temperatura massima dell'acqua di mandata è tanto più limitata quanto più è elevata la conducibilità termica del pavimento finito.



Stabiliti il passo di posa nel locale campione e la temperatura di mandata dell'impianto, si determinano i passi di posa dei restanti locali confrontando i rispettivi fabbisogni termici per unità di superficie con le curve di resa e imponendo un limite sul salto termico consentito in ogni circuito. Ciò si traduce con la scelta del passo più largo possibile compatibilmente con il salto termico e la curva limite.

Per quanto riguarda le portate in circolo, esse andranno valutate sulla base degli apporti termici da garantire nei locali e degli inevitabili flussi termici che si creano verso il basso; esse saranno tanto più elevate quanto più impegnativa è la condizione al di sotto del locale da riscaldare e quanto minore è l'isolante per l'impianto a pavimento.

Dato che i meccanismi di scambio termico condizionano la sensazione di benessere, il rapporto tra energia irraggiata ed energia totale gioca un ruolo fondamentale. Una buona trasmissione di calore per irraggiamento può compensare effetti di parete fredda o di grosse superfici vetrate esposte verso l'esterno che ne influenzerebbero la temperatura operante.
Gli impianti a pannelli radianti garantiscono una lenta inerzia termica, pertanto non si prestano ad una regolazione di tipo acceso/spento (on/off), ma necessitano di un funzionamento continuo.



Ciò nonostante, grazie alla bassa temperatura d'esercizio (per legge max. 52 °C, ma solitamente non si superano i 45 °C) essi permettono notevoli risparmi d'energia con conseguente riduzione dei costi di esercizio. I motivi sono diversi: tra i principali si ricorda che un impianto a radiazione permette di ridurre la temperatura ambiente di 2 °C senza scadimenti nel benessere delle persone, dato che la temperatura operante è in ogni caso all'incirca pari a 20 °C. Inoltre, ed è il caso di ambienti industriali molto alti o chiese, non essendoci movimento d'aria, la zona mantenuta calda è quella compresa tra il pavimento e un'altezza di 3-4 metri, trascurando di riscaldare la parte superiore.

5.1.2 Impianti di riscaldamento per superfici all'aria aperta

Anche all'aria aperta questo tipo di impianto evita l'insorgere di inconvenienti costosi e fastidiosi generati da condizioni climatiche avverse. In inverno si possono mantenere libere da gelo e neve le rampe di accesso ai garage. Nell'ambito di un aeroporto si possono mantenere sgombre da neve e gelo le superfici di carico e le piste di decollo e atterraggio. Condizione fondamentale è che nei tubi dovrà circolare del liquido antigelo (generalmente a base di glicole di etilene) la cui percentuale deve essere determinata prevedendo una temperatura di congelamento almeno di 7-8 °C inferiore alla temperatura minima della località. La temperatura dell'acqua calda di mandata è di solito di ca. 30 °C, l'acqua di ritorno di ca. 20 °C. Nella realizzazione del massetto per pavimento occorre poi stabilire se essi dovranno sopportare il transito di automezzi, e nel caso di spazi industriali, il valore di carico.

5.1.3 Impianti di raffrescamento con il sistema a pannelli radianti

Un impianto di riscaldamento a pannelli radianti può essere utilizzato anche per il raffrescamento dei locali. Si deve tuttavia considerare che essi presentano due limiti ben precisi:

- Bassa resa frigorifera
- Incapacità di deumidificare l'aria

Si tenga conto che per evitare fenomeni di condensa e per ottenere una sensazione di benessere fisico la temperatura minima del fluido in estate non dovrebbe scendere sotto i 19 °C, mentre la temperatura ambiente non dovrebbe andare oltre i 26 °C. La bassa resa frigorifera dipende dal fatto che negli impianti a pannelli radianti non è possibile abbassare troppo la temperatura del pavimento senza provocare fenomeni di condensa artificiale. In pratica non si superano i 40-50 W/m^2. Per evitare temperature di mandata troppo basse e aumentare la potenza termica, il fluido raffreddante dovrebbe lavorare con una differenza di temperatura di 3-5 °C.

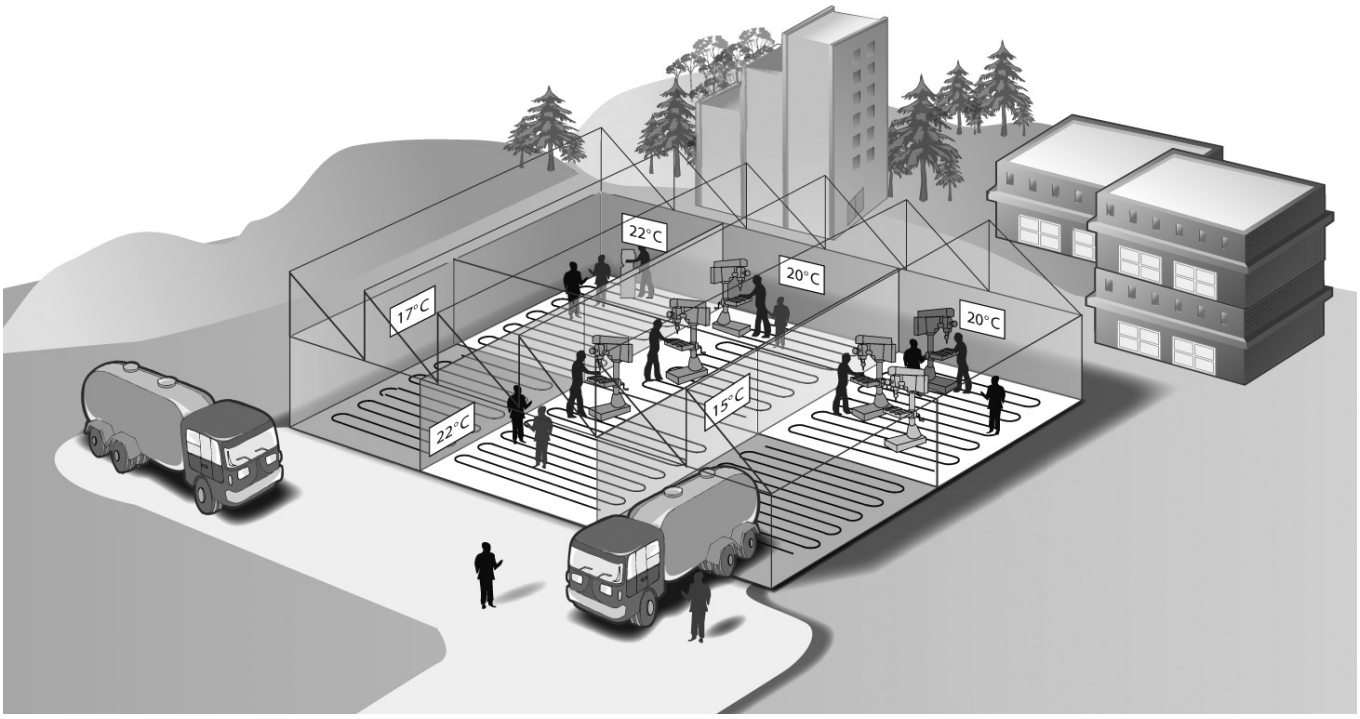
L'incapacità di deumidificare l'aria dipende dalla natura stessa degli impianti a pannelli i cui terminali, cioè i pavimenti, non possono far condensare ed evacuare parte dell'acqua contenuta nell'aria. Condizioni di benessere si possono pertanto ottenere solo con l'aiuto di deumidificatori.

Anche se è utilizzabile il medesimo impianto sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, bisogna tenere presente, al fine di un efficace funzionamento, che la progettazione di un impianto di raffrescamento dovrà essere eseguita diversamente rispetto ad un impianto destinato solo al riscaldamento.

L'impianto di raffrescamento a pannelli radianti è conveniente quando i carichi termici, determinati dalla somma del calore da asportare, non sono elevati: è improponibile pertanto installare un impianto di questo tipo in ambienti con macchine operatrici che producono a loro volta calore o umidità.

5.1.4 Riscaldamento industriale

In ambienti industriali o commerciali, per garantire un'elevata resistenza alla compressione e una buona ripartizione dei carichi, può essere conveniente utilizzare materiali ad alta densità con armature e reti elettrosaldate. Per grosse superfici può risultare inconveniente posare l'isolante lungo tutta l'area interessata dal pannello radiante. In alternativa viene steso un foglio in polietilene come barriera al vapore. Un grosso vantaggio che poi spesso risulta essere una necessità in questo tipo di applicazione è quello che si possono riscaldare singole zone o posti di lavoro senza dovere riscaldare l'ambiente in tutta la sua estensione e con possibilità di regolazione della temperatura ambiente zona per zona.
Le strutture dei grandi spazi operativi sono organizzate a livelli funzionali: aree gestionali, produttive, magazzini, corsie. Ognuna di queste parti ha una sua identità definita e precisa, anche in termini di fabbisogno energetico; ad esempio un reparto produttivo con operatori richiede una temperatura di comfort costante non indispensabile in una zona di transito. Queste differenti esigenze di climatizzazione spesso entrano in pieno conflitto con la disposizione fisica dei posti di lavoro, distinti funzionalmente ma contenuti dentro un unico ambiente, senza elementi di separazione, pareti o isolamento. In questi casi l'applicazione delle tradizionali tecniche di riscaldamento può essere dispersiva e inefficace: troppo calore dove non serve, troppo poco dove serve. Le installazioni a pannelli radianti consentono di superare definitivamente questi limiti, se adeguatamente valorizzate da una progettazione strategica capace di ottimizzare le componenti di questo tipo d'impianti.



5.2 Posa delle condotte

Secondo i disegni di progetto esecutivi del sistema a pannelli radianti Geberit con multistrato MeplaTherm o PushFitTherm, eseguiti da un progettista, si procede dal distributore a collettore alla posa della serpentina secondo il tipo di posa scelto. Nel caso di posa a chiocciola bisogna premunirsi di calcolare il doppio di interasse durante la posa dell'andata, in modo che verrà automaticamente rispettato l'interasse per il ritorno. Lo scavalcamento di tubi non è permesso. Il fissaggio del tubo è veloce e semplice grazie alla graffatrice e alle clips che consentono di fissare il tubo all'isolante in modo pratico e sicuro. Nel caso del pannello isolante preformato, il bugnato guida velocemente la posa ed il fissaggio del tubo.

Distanza dei tubi

I tubi devono essere posizionati a oltre:
- 50 mm di distanza dalle strutture verticali
- 200 mm di distanza dalle canne fumarie e dai caminetti aperti, da assi a cielo aperto o murate e da trombe d'ascensore.

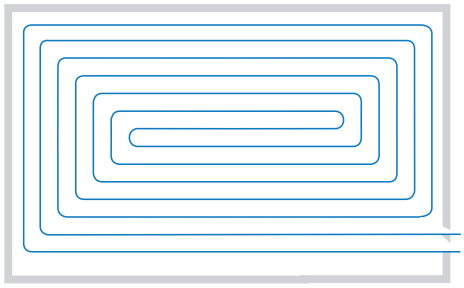
La lunghezza dei circuiti è vincolata dai seguenti fattori:
- Lunghezza del rotolo (100, 120 e 250 m).
- Perdita di carico complessiva del circuito, 20'000 Pa.

La perdita di carico complessiva del circuito, 20' 000 Pa determina la lunghezza dell'anello, generalmente non dovrebbe superare i 120-130 m. Il valore di prevalenza del circuito deve essere valutato sulla base del produttore di calore previsto, lo stesso (si parla soprattutto di caldaia murale) non ha nella pompa installata questa perdita di carico.
Per quanto riguarda la progettazione di capannoni industriali, grandi superfici ed altro, le perdite di carico sono sempre vincolate al valore indicato, che naturalmente con l'utilizzo di un tubo con dimensione maggiore ø 20 mm, può raggiungere una lunghezza dell'anello considerevole.

5.2.1 Sistema di posa

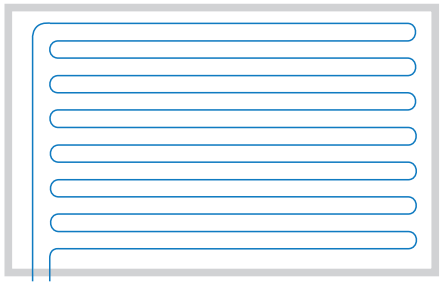
Esistono principalmente due tipologie per la posa del tubo negli impianti a pannelli radianti:

Chiocciola



La distribuzione a chiocciola, permette il raggiungimento di migliori condizioni di benessere ambientale, grazie all'alternanza del circuito di mandata e di quelle di ritorno, che comporta una maggiore omogeneità della temperatura superficiale del locale.

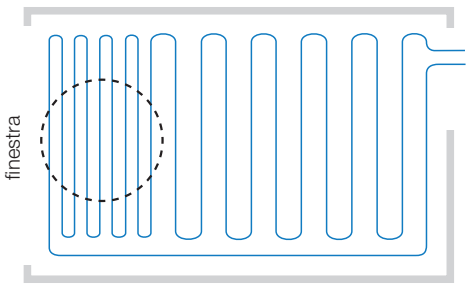
Serpentina



Il sistema a serpentina è previsto con il tubo di mandata posto sulla parte esterna del locale.

Posa a serpentina con zona perimetrale

Si consiglia di posare una zona esterna con un interasse minore per compensare la maggior dispersione dovuta a superfici vetrate.



La scelta della posa del sistema a chiocciola, a serpentina o combinato, dipende dai seguenti fattori:

- Tipologia della struttura (edificio).
- Esposizione della struttura (edificio).
- Superficie delle vetrate.
- Valore "U" delle pareti esterne.
- Altri fattori che possano alterare la temperatura interna dell'ambiente.

Per quanto riguarda il valore "U" delle pareti esterne, (valore U=trasmittanza) si dovrà considerare la zona perimetrale sulla base dei seguenti casi:

- Parete esterna con valore "U" inferiore a 0.3 W/m^2.k = prevedere 2 tubi a passo 10 cm
- Parete esterna con valore "U" tra 0.3-0.5 W/m^2.k = prevedere 4 tubi a passo 10 cm

Per quanto riguarda la superficie delle vetrate, si dovrà considerare la zona perimetrale sulla base dei seguenti casi:

- Grandi vetrate (50-60%) della superficie della parete = prevedere 5 tubi a passo 10 cm
- Medie vetrate (25-40%) della superficie della parete = prevedere 3/4 tubi a passo 10 cm

Naturalmente queste sono indicazioni di massima, che possono divergere dalle esigenze progettuali.

5.2.2 Isolante

L'isolante termico limita le perdite di calore verso il locale, ambiente o spazio sottostante.
L'isolante va posato sulla soletta grezza, eventuali altri impianti (scarico, idrico, elettrico o altro) andranno previsti sotto questo elemento, creando uno spazio apposito

Geberit ha nel suo assortimento 3 tipologie d'isolante:

- Polistirolo espanso **bugnato**, spessore **10 mm**, λ 0.034W/m.k.
- Polistirolo espanso **bugnato**, spessore **30 mm**, λ 0.035W/m.k.
- Polistirolo espanso **liscio**, spessore **20 mm**, λ 0.035W/m.k.

Oltre a limitare le perdite di calore, l'isolante ha pure una funzione acustica. Con l'inserimento dei tubi nel massetto, si diminuisce la massa dello stesso, perciò il diffondersi delle onde sonore, soprattutto dovuto al calpestio aumenta notevolmente. A seconda delle esigenze acustiche si deve posare uno strato d'isolante acustico anticalpestio, sia come complemento, che come combinazione dell'isolamento termico.
I pannelli isolanti devono essere uniti saldamente insieme. Più strati isolanti devono essere sfalsati o posizionati in modo tale che i giunti tra i pannelli di uno strato non siano allineati con lo strato successivo. Nel caso si operi con pannelli lisci le linee di giunzione tra i pannelli isolanti dovranno essere chiuse con il nastro adesivo. Il risultato è di creare una "vasca ermetica" per la posa del massetto che renda molto stabile l'isolante, in quanto tutta la superficie sarà isolata e ne aumenta l' efficacia.

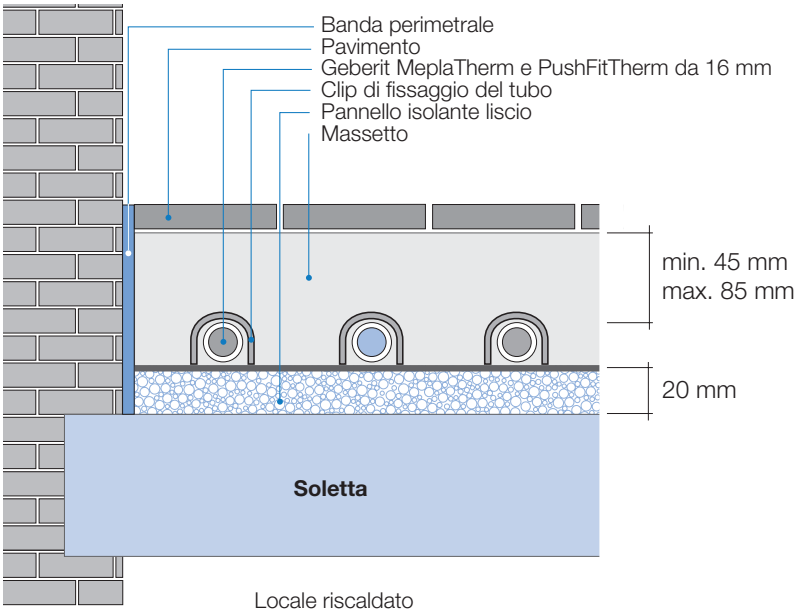
Resistenza termica degli strati d'isolamento (m^2·K/W) sottostanti l'impianto di riscaldamento a pavimento

	Ambiente sottostante riscaldato	**Ambiente sottostante non riscaldato o riscaldato in modo non continuativo o direttamente sul suolo*)**	**Temperatura dell'aria esterna sottostante**		
			Temperatura esterna di progetto $T_d \geq 0$ °C	Temperatura esterna di progetto 0 °C $> T_d \geq$ -5 °C	Temperatura esterna di progetto -5 °C $> T_d \geq$ -15 °C
Resistenza termica (m^2·K/W)	0.75	1.25	1.25	1.50	2.00

*) Con un livello di acque freatiche ≤ 5 m, il valore dovrebbe essere aumentato

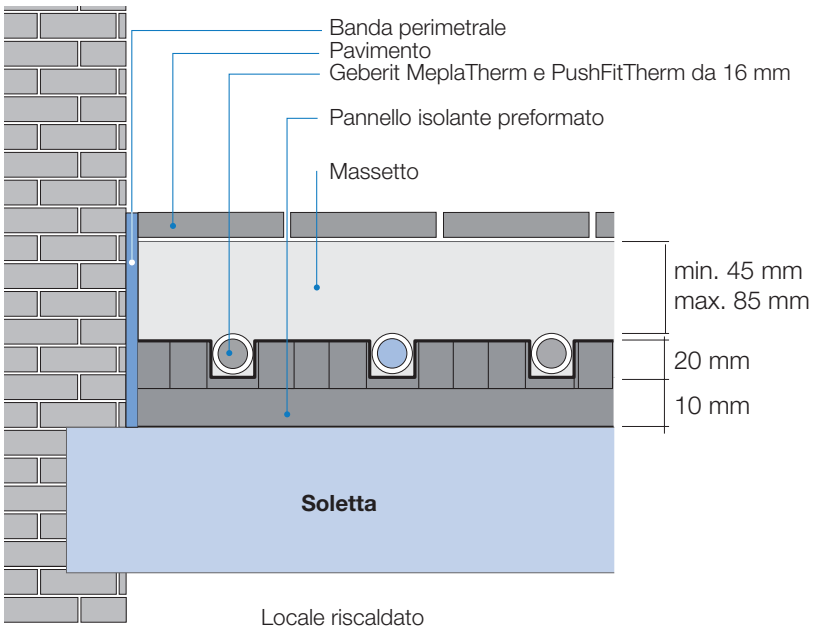
→ Locale riscaldato

Posa con pannello isolante liscio



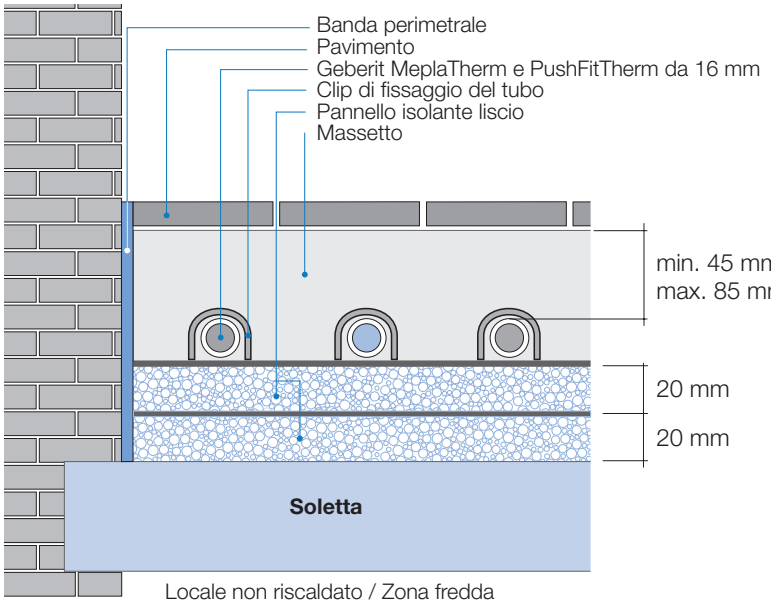
→ Locale riscaldato

Posa con pannello isolante preformato (bugnato)



→ **Locale non riscaldato / zona fredda**

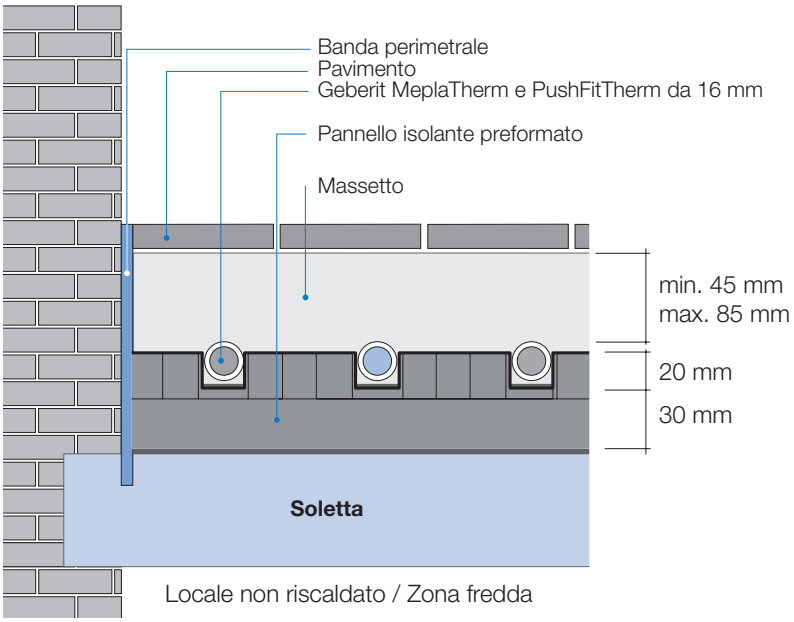
Posa con pannello isolante liscio



Locale non riscaldato / Zona fredda

→ **Locale non riscaldato / zona fredda**

Posa con pannello isolante preformato (bugnato)



Locale non riscaldato / Zona fredda

5.2.3 Banda perimetrale

La banda perimetrale è un elemento importante per la giusta esecuzione di un pavimento flottante (galleggiante).
È consigliabile iniziare la posa con la banda perimetrale, fermando la stessa con lo strato isolante del pavimento.
La posa deve avvenire verticalmente su tutte le pareti e su tutti gli elementi verticali per esempio sulle soglie delle porte, colonne, ecc. Le bande perimetrali devono iniziare dalla soletta portante e arrivare a pavimento finito e devono consentire un movimento del massetto di almeno 5 mm. La banda perimetrale dovrà essere tagliata a filo dal pavimento dopo la posa del rivestimento, e naturalmente, prima della posa del battiscopa.

5.3 Perdite di carico

5.3.1 Tabelle interpretazione per riscaldamento Geberit MeplaTherm

Tabella riassuntiva dei dati a disposizione per i tubi Geberit MeplaTherm

Mandata/ritorno	ΔT	Dimensione tubo	Pagina
35 °C / 30 °C	5 K	d 16 - d 75	Tabelle da pag. 37 a 40
45 °C / 35 °C	10 K	d 16 - d 75	Tabelle da pag. 41 a 45
55 °C / 45 °C	10 K	d 16 - d 75	Tabelle da pag. 46 a 49
70 °C / 50 °C	20 K	d 16 - d 75	Tabelle da pag. 50 a 55
80 °C / 60 °C	20 K	d 16 - d 75	Tabelle da pag. 56 a 61

Si raccomanda di non superare le seguenti velocità di flusso
- Allacciamento ai corpi riscaldanti V= ≤ 0,3 m/s
- Collettore per riscaldamento V= ≤ 0,5 m/s
- Colonne montanti V= < 0,8 m/s

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 75

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	34.4	0.09	21	0.05	6	0.03	2										
300	51.6	0.14	41	0.08	12	0.05	3										
400	68.8	0.18	67	0.11	19	0.06	5										
500	86.0	0.23	97	0.14	28	0.08	7										
600	103.2	0.28	133	0.16	38	0.09	10	0.05	3								
700	120.4	0.32	173	0.19	49	0.11	13	0.06	4								
800	137.6	0.37	218	0.22	62	0.12	16	0.07	5								
900	154.8	0.41	267	0.24	76	0.14	19	0.08	6								
1000	172.0	0.46	321	0.27	91	0.15	23	0.09	7								
1100	189.2	0.51	379	0.30	107	0.17	27	0.10	8	0.06	3						
1200	206.4	0.55	441	0.32	125	0.18	32	0.11	9	0.07	3						
1300	223.6	0.60	507	0.35	143	0.20	37	0.12	11	0.07	3						
1400	240.8	0.64	577	0.38	163	0.21	42	0.13	12	0.08	4						
1500	258.0	0.69	651	0.41	183	0.23	47	0.13	14	0.08	4						
1600	275.2	0.74	730	0.43	205	0.24	52	0.14	15	0.09	5						
1700	292.3	0.78	812	0.46	228	0.26	58	0.15	17	0.09	5						
1800	309.5	0.83	898	0.49	252	0.27	64	0.16	19	0.10	6						

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
1900	326.7	0.87	988	0.51	277	0.29	0.29	70	0.17	0.11	7						
2000	343.9	0.92	1082	0.54	303	0.30	0.30	77	0.18	0.11	7						
2500	429.9	1.15	1607	0.68	449	0.38	0.38	114	0.22	0.14	11	0.09	3				
3000	515.9	1.38	2225	0.81	619	0.46	0.46	156	0.27	0.17	14	0.10	5				
3500	601.9	1.61	2934	0.95	814	0.53	0.53	205	0.31	0.20	19	0.12	6				
4000	687.9	1.84	3731	1.08	1032	0.61	0.61	259	0.36	0.22	24	0.14	8				
4500	773.9	2.07	4615	1.22	1273	0.68	0.68	319	0.40	0.25	29	0.16	9				
5000	859.8			1.35	1538	0.76	0.76	385	0.45	0.28	35	0.17	11	0.10	3		
5500	945.8			1.49	1824	0.84	0.84	456	0.49	0.31	42	0.19	13	0.11	4		
6000	1031.8			1.62	2134	0.91	0.91	532	0.54	0.34	48	0.21	15	0.13	5		
6500	1117.8			1.76	2465	0.99	0.99	613	0.58	0.36	56	0.22	18	0.14	5		
7000	1203.8			1.89	2819	1.06	1.06	700	0.63	0.39	63	0.24	20	0.15	6		
7500	1289.8			2.03	3194	1.14	1.14	792	0.67	0.42	72	0.26	23	0.16	7	0.11	3
8000	1375.8					1.22	1.22	889	0.72	0.45	80	0.28	25	0.17	8	0.11	3
8500	1461.7					1.29	1.29	992	0.76	0.47	89	0.29	28	0.18	9	0.12	3
9000	1547.7					1.37	1.37	1099	0.81	0.50	99	0.31	31	0.19	9	0.13	4
9500	1633.7					1.44	1.44	1211	0.85	0.53	109	0.33	34	0.20	10	0.13	4
10000	1719.7					1.52	1.52	1329	0.90	0.56	119	0.34	38	0.21	11	0.14	4
10500	1805.7					1.60	1.60	1451	0.94	0.59	130	0.36	41	0.22	12	0.15	5
11000	1891.7					1.67	1.67	1578	0.99	0.61	141	0.38	44	0.23	13	0.16	5
11500	1977.6					1.75	1.75	1710	1.03	0.64	153	0.40	48	0.24	14	0.16	6
12000	2063.6					1.82	1.82	1847	1.08	0.67	165	0.41	52	0.25	16	0.17	6
12500	2149.6					1.90	1.90	1989	1.12	0.70	177	0.43	56	0.26	17	0.18	7
13000	2235.6					1.98	1.98	2136	1.17	0.73	190	0.45	60	0.27	18	0.18	7
13500	2321.6					2.05	2.05	2288	1.21	0.75	203	0.47	64	0.28	19	0.19	8
14000	2407.6								1.26	0.78	217	0.48	68	0.29	20	0.20	8
14500	2493.6								1.30	0.81	231	0.50	72	0.30	22	0.20	9
15000	2579.5								1.35	0.84	245	0.52	77	0.31	23	0.21	9
15500	2665.5								1.39	0.87	260	0.53	82	0.32	25	0.22	10
16000	2751.5								1.44	0.89	275	0.55	86	0.33	26	0.23	10
16500	2837.5								1.48	0.92	291	0.57	91	0.34	27	0.23	11
17000	2923.5								1.53	0.95	307	0.59	96	0.35	29	0.24	11
17500	3009.5								1.57	0.98	323	0.60	101	0.37	30	0.25	12
18000	3095.4								1.62	1.01	340	0.62	106	0.38	32	0.25	13
18500	3181.4								1.66	1.03	357	0.64	112	0.39	34	0.26	13
19000	3267.4								1.71	1.06	374	0.66	117	0.40	35	0.27	14
19500	3353.4							1.75	1245	1.09	392	0.67	123	0.41	37	0.28	15
20000	3439.4							1.80	1304	1.12	411	0.69	128	0.42	38	0.28	15
20500	3525.4							1.84	1363	1.14	429	0.71	134	0.43	40	0.29	16
21000	3611.3							1.89	1424	1.17	448	0.72	140	0.44	42	0.30	17
21500	3697.3							1.93	1487	1.20	468	0.74	146	0.45	44	0.30	17
22000	3783.3							1.98	1550	1.23	488	0.76	152	0.46	46	0.31	18

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
22500	3869.3							2.02	1615	1.26	508	0.78	159	0.47	47	0.32	19
23000	3955.3									1.28	528	0.79	165	0.48	49	0.33	19
23500	2020.6									1.31	549	0.81	171	0.49	51	0.33	20
24000	2063.6									1.34	571	0.83	178	0.50	53	0.34	21
24500	2106.6									1.37	592	0.84	185	0.51	55	0.35	22
25000	2149.6									1.40	614	0.86	192	0.52	57	0.35	23
25500	2192.6									1.42	637	0.88	198	0.53	59	0.36	23
26000	2235.6									1.45	659	0.90	206	0.54	61	0.37	24
26500	2278.6									1.48	682	0.91	213	0.55	63	0.37	25
27000	2321.6									1.51	706	0.93	220	0.56	66	0.38	26
27500	2364.6									1.54	730	0.95	227	0.57	68	0.39	27
28000	2407.6									1.56	754	0.97	235	0.58	70	0.40	28
28500	2450.6									1.59	779	0.98	242	0.59	72	0.40	28
29000	2493.6									1.62	804	1.00	250	0.60	75	0.41	29
29500	2536.5									1.65	829	1.02	258	0.62	77	0.42	30
30000	2579.5									1.68	855	1.03	266	0.63	79	0.42	31
32500	2794.5									1.82	989	1.12	307	0.68	91	0.46	36
35000	3009.5									1.95	1131	1.21	351	0.73	104	0.49	41
37500	3224.4									2.09	1283	1.29	398	0.78	118	0.53	46
40000	3439.4											1.38	447	0.83	133	0.57	52
42500	3654.3											1.47	499	0.89	148	0.60	58
45000	3869.3											1.55	553	0.94	164	0.64	64
47500	4084.3											1.64	611	0.99	181	0.67	71
50000	4299.2											1.72	670	1.04	198	0.71	78
52500	4514.2											1.81	733	1.10	217	0.74	85
55000	4729.1											1.90	798	1.15	236	0.78	92
57500	4944.1											1.98	865	1.20	255	0.81	100
60000	5159.1											2.07	935	1.25	276	0.85	108
62500	5374.0													1.30	297	0.88	116
65000	5589.0													1.36	319	0.92	124
67500	5804.0													1.41	342	0.95	133
70000	6018.9													1.46	365	0.99	142
72500	6233.9													1.51	389	1.02	152
75000	6448.8													1.56	414	1.06	161
77500	6663.8													1.62	439	1.10	171
80000	6878.8													1.67	465	1.13	181
82500	7093.7													1.72	492	1.17	191
85000	7308.7													1.77	520	1.20	202
87500	7523.6													1.83	548	1.24	213
90000	7738.6													1.88	577	1.27	224
92500	7953.6													1.93	607	1.31	236
95000	8168.5													1.98	637	1.34	247

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
97500	8383.5													2.03	668	1.38	259
100000	8598.5															1.41	272
105000	9028.4															1.48	297
110000	9458.3															1.55	323
115000	9888.2															1.63	350
120000	10318.1															1.70	379
125000	10748.1															1.77	408
130000	11178.0															1.84	438
135000	11607.9															1.91	470
140000	12037.8															1.98	502
145000	12467.8															2.05	535
150000	12897.7															2.12	570
155000	13327.6															2.19	605
160000	13757.5															2.26	641
165000	14187.4															2.33	679
170000	14617.4															2.40	717
175000	15047.3															2.47	756
180000	15477.2															2.54	797
185000	15907.1															2.61	838
190000	16337.1															2.69	880
195000	16767.0															2.76	924
200000	17196.9															2.83	968
205000	17626.8															2.90	1013

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
200	17.2	0.05	6	0.03	2												
300	25.8	0.07	12	0.04	4	0.02	1										
400	34.4	0.09	20	0.05	6	0.03	2										
500	43.0	0.12	29	0.07	8	0.04	2	0.02	1								
600	51.6	0.14	39	0.08	11	0.05	3	0.03	1								
700	60.2	0.16	51	0.10	15	0.05	4	0.03	1								
800	68.8	0.19	64	0.11	18	0.06	5	0.04	1								
900	77.4	0.21	78	0.12	22	0.07	6	0.04	2	0.03	1						
1000	86.0	0.23	94	0.14	27	0.08	7	0.05	2	0.03	1						
1100	94.6	0.26	110	0.15	31	0.08	8	0.05	2	0.03	1						
1200	103.2	0.28	128	0.16	36	0.09	9	0.05	3	0.03	1						
1300	111.8	0.30	147	0.18	42	0.10	11	0.06	3	0.04	1						
1400	120.4	0.32	167	0.19	48	0.11	12	0.06	4	0.04	1						
1500	129.0	0.35	189	0.20	54	0.12	14	0.07	4	0.04	1						
1600	137.6	0.37	211	0.22	60	0.12	15	0.07	4	0.05	1						
1700	146.2	0.39	234	0.23	66	0.13	17	0.08	5	0.05	2	0.03	1				
1800	154.8	0.42	259	0.25	73	0.14	19	0.08	5	0.05	2	0.03	1				
1900	163.4	0.44	285	0.26	80	0.15	21	0.09	6	0.05	2	0.03	1				
2000	172.0	0.46	311	0.27	88	0.15	23	0.09	7	0.06	2	0.03	1				
2500	215.0	0.58	460	0.34	129	0.19	33	0.11	10	0.07	3	0.04	1				
3000	258.0	0.70	634	0.41	178	0.23	45	0.14	13	0.08	4	0.05	1				
3500	300.9	0.81	833	0.48	233	0.27	59	0.16	17	0.10	6	0.06	2	0.04	1		
4000	343.9	0.93	1056	0.55	295	0.31	75	0.18	21	0.11	7	0.07	2	0.04	1		
4500	386.9	1.04	1303	0.61	363	0.35	92	0.20	26	0.13	9	0.08	3	0.05	1		
5500	472.9	1.28	1866	0.75	518	0.42	130	0.25	37	0.15	12	0.10	4	0.06	1		
6000	515.9	1.39	2182	0.82	604	0.46	152	0.27	43	0.17	14	0.10	4	0.06	1	0.04	1
6500	558.9	1.51	2520	0.89	697	0.50	175	0.30	50	0.18	16	0.11	5	0.07	2	0.05	1
7000	601.9			0.95	796	0.54	200	0.32	57	0.20	18	0.12	6	0.07	2	0.05	1
7500	644.9			1.02	900	0.58	225	0.34	64	0.21	21	0.13	7	0.08	2	0.05	1
8000	687.9			1.09	1010	0.61	253	0.36	72	0.23	23	0.14	7	0.08	2	0.06	1
8500	730.9			1.16	1126	0.65	281	0.39	80	0.24	26	0.15	8	0.09	2	0.06	1
9000	773.9			1.23	1248	0.69	312	0.41	89	0.25	28	0.16	9	0.09	3	0.06	1
9500	816.9			1.30	1375	0.73	343	0.43	97	0.27	31	0.17	10	0.10	3	0.07	1
10000	859.8			1.36	1509	0.77	376	0.45	107	0.28	34	0.17	11	0.11	3	0.07	1
10500	902.8			1.43	1647	0.81	410	0.48	116	0.30	37	0.18	12	0.11	4	0.07	1
11000	945.8			1.50	1792	0.84	446	0.50	126	0.31	40	0.19	13	0.12	4	0.08	2
11500	988.8			1.57	1942	0.88	482	0.52	137	0.32	44	0.20	14	0.12	4	0.08	2
12000	1031.8			1.64	2097	0.92	521	0.54	147	0.34	47	0.21	15	0.13	5	0.09	2
12500	1074.8			1.70	2259	0.96	560	0.57	158	0.35	51	0.22	16	0.13	5	0.09	2
13000	1117.8			1.77	2425	1.00	601	0.59	170	0.37	54	0.23	17	0.14	5	0.09	2
13500	1160.8					1.04	643	0.61	182	0.38	58	0.23	18	0.14	6	0.10	2
14000	1203.8					1.07	686	0.64	194	0.39	62	0.24	20	0.15	6	0.10	2

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
14500	1246.8					1.11	731	0.66	206	0.41	66	0.25	21	0.15	6	0.10	2
15000	1289.8					1.15	777	0.68	219	0.42	70	0.26	22	0.16	7	0.11	3
15500	1332.8					1.19	824	0.70	232	0.44	74	0.27	23	0.16	7	0.11	3
16000	1375.8					1.23	873	0.73	246	0.45	78	0.28	25	0.17	7	0.11	3
16500	1418.7					1.27	923	0.75	260	0.46	83	0.29	26	0.17	8	0.12	3
17000	1461.7					1.30	974	0.77	274	0.48	87	0.30	27	0.18	8	0.12	3
17500	1504.7					1.34	1026	0.79	289	0.49	92	0.30	29	0.18	9	0.12	3
18000	1547.7					1.38	1080	0.82	304	0.51	96	0.31	30	0.19	9	0.13	4
18500	1590.7					1.42	1134	0.84	319	0.52	101	0.32	32	0.19	10	0.13	4
19000	1633.7					1.46	1191	0.86	334	0.54	106	0.33	33	0.20	10	0.14	4
19500	1676.7					1.50	1248	0.89	350	0.55	111	0.34	35	0.21	11	0.14	4
20000	1719.7					1.53	1306	0.91	367	0.56	116	0.35	37	0.21	11	0.14	4
20500	1762.7					1.57	1366	0.93	383	0.58	122	0.36	38	0.22	12	0.15	5
21000	1805.7					1.61	1427	0.95	400	0.59	127	0.37	40	0.22	12	0.15	5
21500	1848.7					1.65	1490	0.98	417	0.61	132	0.37	42	0.23	13	0.15	5
22000	1891.7					1.69	1553	1.00	435	0.62	138	0.38	43	0.23	13	0.16	5
22500	1934.7					1.73	1618	1.02	453	0.63	144	0.39	45	0.24	14	0.16	5
23000	1977.6					1.76	1684	1.04	471	0.65	149	0.40	47	0.24	14	0.16	6
23500	2020.6					1.80	1751	1.07	490	0.66	155	0.41	49	0.25	15	0.17	6
24000	2063.6					1.84	1820	1.09	509	0.68	161	0.42	51	0.25	15	0.17	6
24500	2106.6					1.88	1890	1.11	528	0.69	167	0.43	52	0.26	16	0.17	6
25000	2149.6					1.92	1960	1.13	548	0.70	173	0.43	54	0.26	16	0.18	6
25500	2192.6					1.96	2033	1.16	568	0.72	179	0.44	56	0.27	17	0.18	7
26000	2235.6					1.99	2106	1.18	588	0.73	186	0.45	58	0.27	18	0.19	7
26500	2278.6					2.03	2181	1.20	608	0.75	192	0.46	60	0.28	18	0.19	7
27000	2321.6					2.07	2256	1.23	629	0.76	199	0.47	62	0.28	19	0.19	7
27500	2364.6					2.11	2333	1.25	651	0.77	205	0.48	64	0.29	19	0.20	8
28000	2407.6							1.27	672	0.79	212	0.49	67	0.29	20	0.20	8
28500	2450.6							1.29	694	0.80	219	0.50	69	0.30	21	0.20	8
29000	2493.6							1.32	716	0.82	226	0.50	71	0.31	21	0.21	8
29500	2536.5							1.34	739	0.83	233	0.51	73	0.31	22	0.21	9
30000	2579.5							1.36	762	0.85	240	0.52	75	0.32	23	0.21	9
32500	2794.5							1.48	881	0.92	277	0.57	87	0.34	26	0.23	10
35000	3009.5							1.59	1007	0.99	317	0.61	99	0.37	30	0.25	12
37500	3224.4							1.70	1142	1.06	359	0.65	112	0.39	34	0.27	13
40000	3439.4							1.82	1285	1.13	403	0.70	126	0.42	38	0.29	15
42500	3654.3							1.93	1435	1.20	450	0.74	140	0.45	42	0.30	16
45000	3869.3							2.04	1594	1.27	499	0.78	155	0.47	46	0.32	18
47500	4084.3							2.16	1760	1.34	551	0.83	171	0.50	51	0.34	20
50000	4299.2							2.27	1933	1.41	604	0.87	188	0.53	56	0.36	22
52500	4514.2							2.38	2115	1.48	661	0.91	205	0.55	61	0.37	24
55000	4729.1							2.50	2304	1.55	719	0.96	223	0.58	66	0.39	26

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
57500	4944.1									1.62	780	1.00	242	0.61	72	0.41	28
60000	5159.1									1.69	843	1.04	261	0.63	78	0.43	30
62500	5374.0									1.76	908	1.09	281	0.66	84	0.45	33
65000	5589.0									1.83	975	1.13	302	0.68	90	0.46	35
67500	5804.0									1.90	1045	1.17	323	0.71	96	0.48	38
70000	6018.9									1.97	1117	1.22	345	0.74	102	0.50	40
72500	6233.9									2.04	1191	1.26	368	0.76	109	0.52	43
75000	6448.8									2.11	1268	1.30	391	0.79	116	0.53	45
77500	6663.8									2.18	1346	1.35	416	0.82	123	0.55	48
80000	6878.8									2.25	1427	1.39	440	0.84	130	0.57	51
82500	7093.7									2.32	1510	1.44	466	0.87	138	0.59	54
85000	7308.7									2.40	1595	1.48	492	0.89	145	0.61	57
87500	7523.6									2.47	1683	1.52	518	0.92	153	0.62	60
90000	7738.6									2.54	1773	1.57	546	0.95	161	0.64	63
92500	7953.6									2.61	1865	1.61	574	0.97	169	0.66	66
95000	8168.5									2.68	1959	1.65	602	1.00	178	0.68	69
97500	8383.5									2.75	2055	1.70	632	1.03	186	0.70	73
100000	8598.5									2.82	2153	1.74	661	1.05	195	0.71	76
105000	9028.4									2.96	2357	1.83	723	1.10	213	0.75	83
110000	9458.3											1.91	788	1.16	232	0.78	90
115000	9888.2											2.00	855	1.21	251	0.82	98
120000	10318.1											2.09	924	1.26	272	0.86	106
125000	10748.1											2.17	996	1.32	293	0.89	114
130000	11178.0											2.26	1071	1.37	314	0.93	122
135000	11607.9											2.35	1148	1.42	337	0.96	131
140000	12037.8											2.44	1227	1.47	360	1.00	140
145000	12467.8											2.52	1310	1.53	384	1.03	149
150000	12897.7											2.61	1394	1.58	408	1.07	159
155000	13327.6											2.70	1481	1.63	433	1.11	168
160000	13757.5											2.78	1571	1.68	459	1.14	178
165000	14187.4											2.87	1663	1.74	486	1.18	189
170000	14617.4											2.96	1758	1.79	513	1.21	199
175000	15047.3											3.04	1855	1.84	541	1.25	210
180000	15477.2											3.13	1954	1.89	570	1.28	221
185000	15907.1											3.22	2056	1.95	600	1.32	232
190000	16337.1											3.31	2161	2.00	630	1.35	244
195000	16767.0											3.39	2268	2.05	660	1.39	256
200000	17196.9											3.48	2377	2.10	692	1.43	268
205000	17626.8													2.16	724	1.46	280
210000	18056.7													2.21	757	1.50	293
215000	18486.7													2.26	791	1.53	306
220000	18916.6													2.32	825	1.57	319

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
225000	19346.5													2.37	860	1.60	332
230000	19776.4													2.42	895	1.64	346
235000	20206.4													2.47	932	1.68	360
240000	20636.3													2.53	969	1.71	374
245000	21066.2													2.58	1006	1.75	388
250000	21496.1													2.63	1045	1.78	403
255000	21926.1													2.68	1084	1.82	418
260000	22356.0													2.74	1123	1.85	433
265000	22785.9													2.79	1164	1.89	449
270000	23215.8													2.84	1205	1.93	464
275000	23645.7													2.89	1247	1.96	480
280000	24075.7													2.95	1289	2.00	497
285000	24505.6													3.00	1332	2.03	513
290000	24935.5													3.05	1376	2.07	530
295000	25365.4													3.10	1420	2.10	547
300000	25795.4													3.16	1465	2.14	564
305000	26225.3													3.21	1511	2.17	581
310000	26655.2													3.26	1557	2.21	599
315000	27085.1													3.31	1604	2.25	617
320000	27515.0													3.37	1652	2.28	635
325000	27945.0													3.42	1701	2.32	654
330000	28374.9													3.47	1750	2.35	672
335000	28804.8													3.53	1799	2.39	691
340000	29234.7													3.58	1850	2.42	710
345000	29664.7													3.63	1901	2.46	730
350000	30094.6													3.68	1953	2.50	750
355000	30524.5													3.74	2005	2.53	770
360000	30954.4													3.79	2058	2.57	790
365000	31384.4													3.84	2112	2.60	810
370000	31814.3													3.89	2166	2.64	831
375000	32244.2													3.95	2221	2.67	852
380000	32674.1													4.00	2277	2.71	873
385000	33104.0													4.05	2334	2.75	894
390000	33534.0													4.10	2391	2.78	916
395000	33963.9													4.16	2448	2.82	938
400000	34393.8													4.21	2507	2.85	960
405000	34823.7													4.26	2566	2.89	983
410000	35253.7													4.31	2625	2.92	1005
415000	35683.6													4.37	2686	2.96	1028
420000	36113.5													4.42	2747	2.99	1051
425000	36543.4													4.47	2808	3.03	1075
430000	36973.3													4.52	2871	3.07	1098

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
435000	37403.3													4.58	2934	3.10	1122
440000	37833.2													4.63	2997	3.14	1146
445000	38263.1													4.68	3062	3.17	1171
450000	38693.0													4.74	3127	3.21	1195
455000	39123.0													4.79	3192	3.24	1220
460000	39552.9													4.84	3259	3.28	1245
465000	39982.8													4.89	3326	3.32	1271
470000	40412.7													4.95	3393	3.35	1296
475000	40842.6													5.00	3461	3.39	1322
480000	41272.6													5.05	3530	3.42	1348
485000	41702.5													5.10	3600	3.46	1374
490000	42132.4													5.16	3670	3.49	1401
495000	42562.3													5.21	3741	3.53	1428
500000	42992.3													5.26	3812	3.57	1455
505000	43422.2													5.31	3885	3.60	1482
510000	43852.1													5.37	3957	3.64	1509
515000	44282.0													5.42	4031	3.67	1537
520000	44712.0													5.47	4105	3.71	1565
525000	45141.9													5.52	4180	3.74	1594
530000	45571.8													5.58	4255	3.78	1622
535000	46001.7													5.63	4331	3.81	1651
540000	46431.6													5.68	4408	3.85	1680

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	17.2	0.05	6	0.03	2												
300	25.8	0.07	11	0.04	3												
400	34.4	0.09	18	0.05	5												
500	43.0	0.11	27	0.07	8												
600	51.6	0.14	37	0.08	10												
700	60.2	0.16	47	0.09	14												
800	68.8	0.18	60	0.11	17												
900	77.4	0.21	73	0.12	21												
1000	86.0	0.23	88	0.14	25	0.08	6										
1100	94.6	0.25	103	0.15	29	0.08	8										
1200	103.2	0.28	120	0.16	34	0.09	9										
1300	111.8	0.30	138	0.18	39	0.10	10										
1400	120.4	0.32	157	0.19	44	0.11	11										
1500	129.0	0.34	177	0.20	50	0.11	13										
1600	137.6	0.37	198	0.22	56	0.12	14										
1700	146.2	0.39	220	0.23	62	0.13	16										
1800	154.8	0.41	243	0.24	69	0.14	18										
1900	163.4	0.44	267	0.26	75	0.14	19										
2000	172.0	0.46	292	0.27	82	0.15	21										
2500	215.0	0.57	433	0.34	121	0.19	31	0.11	9								
3000	258.0	0.69	597	0.41	167	0.23	42	0.13	12								
3500	300.9	0.80	785	0.47	219	0.27	55	0.16	16								
4000	343.9	0.92	997	0.54	277	0.30	70	0.18	20								
4500	386.9	1.03	1231	0.61	342	0.34	86	0.20	25								
5000	429.9			0.68	412	0.38	104	0.22	30	0.14	10						
5500	472.9			0.74	488	0.42	123	0.25	35	0.15	11						
6000	515.9			0.81	570	0.46	143	0.27	41	0.17	13						
6500	558.9			0.88	658	0.49	165	0.29	47	0.18	15						
7000	601.9			0.95	751	0.53	188	0.31	54	0.20	17						
7500	644.9			1.01	851	0.57	212	0.34	60	0.21	19						
8000	687.9			1.08	955	0.61	238	0.36	68	0.22	22						
8500	730.9			1.15	1065	0.65	265	0.38	75	0.24	24						
9000	773.9			1.22	1181	0.68	294	0.40	83	0.25	27						
9500	816.9					0.72	324	0.43	92	0.27	29	0.16	9				
10000	859.8					0.76	355	0.45	100	0.28	32	0.17	10				
10500	902.8					0.80	387	0.47	110	0.29	35	0.18	11				
11000	945.8					0.84	421	0.49	119	0.31	38	0.19	12				
11500	988.8					0.87	456	0.52	129	0.32	41	0.20	13				
12000	1031.8					0.91	492	0.54	139	0.34	44	0.21	14				
12500	1074.8					0.95	529	0.56	149	0.35	48	0.22	15				
13000	1117.8					0.99	568	0.58	160	0.36	51	0.22	16				
13500	1160.8					1.03	608	0.61	171	0.38	55	0.23	17				

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
14000	1203.8					1.06	649	0.63	183	0.39	58	0.24	18	0.15	6		
14500	1246.8					1.10	692	0.65	195	0.40	62	0.25	20	0.15	6		
15000	1289.8					1.14	736	0.67	207	0.42	66	0.26	21	0.16	6		
15500	1332.8					1.18	781	0.70	219	0.43	70	0.27	22	0.16	7		
16000	1375.8					1.22	827	0.72	232	0.45	74	0.28	23	0.17	7		
16500	1418.7					1.25	874	0.74	245	0.46	78	0.28	25	0.17	7		
17000	1461.7					1.29	923	0.76	259	0.47	82	0.29	26	0.18	8		
17500	1504.7					1.33	973	0.79	273	0.49	87	0.30	27	0.18	8		
18000	1547.7					1.37	1024	0.81	287	0.50	91	0.31	29	0.19	9		
18500	1590.7					1.41	1076	0.83	301	0.52	96	0.32	30	0.19	9		
19000	1633.7							0.85	316	0.53	100	0.33	31	0.20	9		
19500	1676.7							0.88	331	0.54	105	0.34	33	0.20	10		
20000	1719.7							0.90	347	0.56	110	0.34	34	0.21	10		
20500	1762.7							0.92	363	0.57	115	0.35	36	0.21	11		
21000	1805.7							0.94	379	0.59	120	0.36	38	0.22	11	0.15	4
21500	1848.7							0.97	395	0.60	125	0.37	39	0.22	12	0.15	5
22000	1891.7							0.99	412	0.61	130	0.38	41	0.23	12	0.16	5
22500	1934.7							1.01	429	0.63	136	0.39	43	0.23	13	0.16	5
23000	1977.6							1.03	446	0.64	141	0.40	44	0.24	13	0.16	5
23500	2020.6							1.06	464	0.66	147	0.41	46	0.25	14	0.17	5
24000	2063.6							1.08	482	0.67	152	0.41	48	0.25	14	0.17	6
24500	2106.6							1.10	500	0.68	158	0.42	49	0.26	15	0.17	6
25000	2149.6							1.12	519	0.70	164	0.43	51	0.26	15	0.18	6
25500	2192.6							1.15	538	0.71	170	0.44	53	0.27	16	0.18	6
26000	2235.6							1.17	557	0.73	176	0.45	55	0.27	16	0.18	7
26500	2278.6							1.19	577	0.74	182	0.46	57	0.28	17	0.19	7
27000	2321.6							1.21	597	0.75	188	0.47	59	0.28	18	0.19	7
27500	2364.6							1.24	617	0.77	194	0.47	61	0.29	18	0.19	7
28000	2407.6							1.26	637	0.78	201	0.48	63	0.29	19	0.20	7
28500	2450.6							1.28	658	0.80	207	0.49	65	0.30	19	0.20	8
29000	2493.6							1.30	679	0.81	214	0.50	67	0.30	20	0.20	8
29500	2536.5							1.33	701	0.82	220	0.51	69	0.31	21	0.21	8
30000	2579.5							1.35	722	0.84	227	0.52	71	0.31	21	0.21	8
32500	2794.5							1.46	836	0.91	263	0.56	82	0.34	25	0.23	10
35000	3009.5							1.57	957	0.98	300	0.60	94	0.37	28	0.25	11
37500	3224.4							1.69	1086	1.05	340	0.65	106	0.39	32	0.27	12
40000	3439.4									1.12	382	0.69	119	0.42	35	0.28	14
42500	3654.3									1.19	427	0.73	133	0.44	40	0.30	16
45000	3869.3									1.26	474	0.78	147	0.47	44	0.32	17
47500	4084.3									1.33	523	0.82	162	0.50	48	0.34	19
50000	4299.2									1.40	574	0.86	178	0.52	53	0.35	21
52500	4514.2									1.47	627	0.91	194	0.55	58	0.37	23

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q	. m	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp	v	Δp
[W]	[kg/h]	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m	[m/s]	Pa/m
55000	4729.1									1.54	683	0.95	211	0.57	63	0.39	25
57500	4944.1									1.61	741	0.99	229	0.60	68	0.41	27
60000	5159.1									1.68	801	1.03	248	0.63	73	0.42	29
62500	5374.0									1.75	863	1.08	267	0.65	79	0.44	31
65000	5589.0									1.82	928	1.12	286	0.68	85	0.46	33
67500	5804.0									1.88	994	1.16	307	0.70	91	0.48	36
70000	6018.9									1.95	1063	1.21	328	0.73	97	0.49	38
72500	6233.9											1.25	349	0.76	103	0.51	40
75000	6448.8											1.29	372	0.78	110	0.53	43
77500	6663.8											1.34	395	0.81	117	0.55	46
80000	6878.8											1.38	418	0.83	123	0.57	48
82500	7093.7											1.42	442	0.86	131	0.58	51
85000	7308.7											1.47	467	0.89	138	0.60	54
87500	7523.6											1.51	493	0.91	145	0.62	57
90000	7738.6											1.55	519	0.94	153	0.64	60
92500	7953.6											1.59	545	0.96	161	0.65	63
95000	8168.5											1.64	573	0.99	169	0.67	66
97500	8383.5											1.68	601	1.02	177	0.69	69
100000	8598.5											1.72	629	1.04	185	0.71	72
105000	9028.4											1.81	688	1.10	202	0.74	79
110000	9458.3											1.90	750	1.15	220	0.78	86
115000	9888.2											1.98	814	1.20	239	0.81	93
120000	10318.1											2.07	880	1.25	258	0.85	100
125000	10748.1											2.15	949	1.30	278	0.88	108
130000	11178.0											2.24	1021	1.36	299	0.92	116
135000	11607.9											2.33	1095	1.41	320	0.95	124
140000	12037.8													1.46	342	0.99	133
145000	12467.8													1.51	365	1.02	142
150000	12897.7													1.56	388	1.06	151
155000	13327.6													1.62	412	1.10	160
160000	13757.5													1.67	437	1.13	169
165000	14187.4													1.72	463	1.17	179
170000	14617.4													1.77	489	1.20	189
175000	15047.3													1.83	516	1.24	199
180000	15477.2													1.88	543	1.27	210
185000	15907.1													1.93	571	1.31	221
190000	16337.1													1.98	600	1.34	232
195000	16767.0													2.03	629	1.38	243
200000	17196.9													2.09	660	1.41	255
205000	17626.8													2.14	690	1.45	267
210000	18056.7													2.19	722	1.48	279
215000	18486.7													2.24	754	1.52	291

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
220000	18916.6													2.29	787	1.55	303
225000	19346.5													2.35	820	1.59	316
230000	19776.4													2.40	854	1.63	329
235000	20206.4													2.45	889	1.66	343
240000	20636.3													2.50	925	1.70	356
245000	21066.2													2.56	961	1.73	370
250000	21496.1													2.61	998	1.77	384
255000	21926.1													2.66	1035	1.80	398
260000	22356.0													2.71	1073	1.84	413
265000	22785.9													2.76	1112	1.87	428
270000	23215.8													2.82	1151	1.91	443
275000	23645.7													2.87	1191	1.94	458
280000	24075.7													2.92	1232	1.98	473
285000	24505.6													2.97	1273	2.01	489
290000	24935.5													3.02	1315	2.05	505

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	8.6	0.02	2	0.01	1												
300	12.9	0.03	3	0.02	1												
400	17.2	0.05	5	0.03	2												
500	21.5	0.06	8	0.03	2												
600	25.8	0.07	11	0.04	3												
700	30.1	0.08	14	0.05	4												
800	34.4	0.09	17	0.05	5												
900	38.7	0.10	21	0.06	6												
1000	43.0	0.11	25	0.07	7	0.04	2										
1100	47.3	0.13	30	0.07	9	0.04	2										
1200	51.6	0.14	35	0.08	10	0.05	3										
1300	55.9	0.15	40	0.09	11	0.05	3										
1400	60.2	0.16	45	0.09	13	0.05	3										
1500	64.5	0.17	51	0.10	14	0.06	4										
1600	68.8	0.18	57	0.11	16	0.06	4										
1700	73.1	0.20	63	0.11	18	0.06	5										
1800	77.4	0.21	70	0.12	20	0.07	5										
1900	81.7	0.22	76	0.13	22	0.07	6										
2000	86.0	0.23	83	0.14	24	0.08	6										
2500	107.5	0.29	123	0.17	35	0.10	9	0.06	3								
3000	129.0	0.34	169	0.20	48	0.11	12	0.07	4								
3500	150.5	0.40	221	0.24	62	0.13	16	0.08	5								
4000	172.0	0.46	280	0.27	79	0.15	20	0.09	6								
4500	193.5	0.52	344	0.30	97	0.17	25	0.10	7								
5000	215.0	0.57	415	0.34	116	0.19	29	0.11	8	0.07	3						
5500	236.5	0.63	491	0.37	137	0.21	35	0.12	10	0.08	3						
6000	258.0	0.69	574	0.41	160	0.23	41	0.13	12	0.08	4						
6500	279.4	0.75	661	0.44	184	0.25	47	0.15	13	0.09	4						
7000	300.9			0.47	210	0.27	53	0.16	15	0.10	5						
7500	322.4			0.51	237	0.29	60	0.17	17	0.10	6						
8000	343.9			0.54	266	0.30	67	0.18	19	0.11	6						
8500	365.4			0.57	296	0.32	75	0.19	21	0.12	7						
9000	386.9			0.61	328	0.34	83	0.20	24	0.13	8						
9500	408.4			0.64	361	0.36	91	0.21	26	0.13	8	0.08	3				
10000	429.9			0.68	396	0.38	99	0.22	28	0.14	9	0.09	3				
10500	451.4			0.71	432	0.40	108	0.24	31	0.15	10	0.09	3				

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
11000	472.9			0.74	470	0.42	118	0.25	34	0.15	11	0.09	3				
11500	494.4			0.78	508	0.44	127	0.26	36	0.16	12	0.10	4				
12000	515.9			0.81	549	0.46	137	0.27	39	0.17	13	0.10	4				
12500	537.4			0.84	590	0.48	148	0.28	42	0.17	13	0.11	4				
13000	558.9			0.88	634	0.49	158	0.29	45	0.18	14	0.11	5				
13500	580.4					0.51	169	0.30	48	0.19	15	0.12	5				
14000	601.9					0.53	180	0.31	51	0.20	16	0.12	5	0.07	2		
14500	623.3					0.55	192	0.33	55	0.20	17	0.12	6	0.08	2		
15000	644.9					0.57	204	0.34	58	0.21	19	0.13	6	0.08	2		
15500	666.4					0.59	216	0.35	61	0.22	20	0.13	6	0.08	2		
16000	687.9					0.61	229	0.36	65	0.22	21	0.14	7	0.08	2		
16500	709.4					0.63	242	0.37	69	0.23	22	0.14	7	0.09	2		
17000	730.9					0.65	255	0.38	72	0.24	23	0.15	7	0.09	2		
17500	752.4					0.67	269	0.39	76	0.24	24	0.15	8	0.09	2		
18000	773.9					0.68	283	0.40	80	0.25	26	0.16	6	0.09	2		
18500	795.4					0.70	297	0.42	84	0.26	27	0.16	8	0.10	3	0.07	1
19000	816.9					0.72	312	0.43	88	0.27	28	0.16	9	0.10	3	0.07	1
19500	838.3					0.74	326	0.44	92	0.27	29	0.17	9	0.10	3	0.07	1
20000	859.8					0.76	342	0.45	96	0.28	31	0.17	10	0.10	3	0.07	1
20500	881.3					0.78	357	0.46	101	0.29	32	0.18	10	0.11	3	0.07	1
21000	902.8					0.80	373	0.47	105	0.29	34	0.18	11	0.11	3	0.07	1
21500	924.3					0.82	389	0.48	110	0.30	35	0.19	11	0.11	3	0.08	1
22000	945.8					0.84	405	0.49	114	0.31	36	0.19	11	0.11	3	0.08	1
22500	967.3					0.86	422	0.51	119	0.31	38	0.19	12	0.12	4	0.08	1
23000	988.8					0.87	439	0.52	124	0.32	39	0.20	12	0.12	4	0.08	1
23500	1010.3					0.89	457	0.53	129	0.33	41	0.20	13	0.12	4	0.08	2
24000	1031.8					0.91	474	0.54	134	0.34	42	0.21	13	0.13	4	0.08	2
24500	1053.3					0.93	492	0.55	139	0.34	44	0.21	14	0.13	4	0.09	2
25000	1074.8					0.95	511	0.56	144	0.35	46	0.22	14	0.13	4	0.09	2
25500	1096.3					0.97	529	0.57	149	0.36	47	0.22	15	0.13	4	0.09	2
26000	1117.8					0.99	548	0.58	154	0.36	49	0.22	15	0.14	5	0.09	2
26500	1139.3					1.01	567	0.60	159	0.37	51	0.23	16	0.14	5	0.09	2
27000	1160.8					1.03	587	0.61	165	0.38	52	0.23	16	0.14	5	0.10	2
27500	1182.3					1.05	607	0.62	170	0.38	54	0.24	17	0.14	5	0.10	2
28000	1203.8							0.63	176	0.39	56	0.24	18	0.15	5	0.10	2
28500	1225.3							0.64	182	0.40	58	0.25	18	0.15	5	0.10	2

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
29000	1246.8							0.65	187	0.40	59	0.25	19	0.15	6	0.10	2
29500	1268.3							0.66	193	0.41	61	0.25	19	0.15	6	0.10	2
30000	1289.8							0.67	199	0.42	63	0.26	20	0.16	6	0.11	2
32500	1397.2							0.73	230	0.45	73	0.28	23	0.17	7	0.11	3
35000	1504.7							0.79	263	0.49	83	0.30	26	0.18	8	0.12	3
37500	1612.2							0.84	298	0.52	94	0.32	30	0.20	9	0.13	4
40000	1719.7							0.90	334	0.56	106	0.34	33	0.21	10	0.14	4
42500	1827.2							0.96	373	0.59	118	0.37	37	0.22	11	0.15	4
45000	1934.7							1.01	414	0.63	131	0.39	41	0.23	12	0.16	5
47500	2042.1							1.07	457	0.66	144	0.41	45	0.25	13	0.17	5
50000	2149.6							1.12	501	0.70	158	0.43	49	0.26	15	0.18	6
52500	2257.1							1.18	548	0.73	172	0.45	54	0.27	16	0.19	6
55000	2364.6							1.24	596	0.77	187	0.47	58	0.29	17	0.19	7
57500	2472.1									0.80	203	0.50	63	0.30	19	0.20	7
60000	2579.5									0.84	219	0.52	68	0.31	20	0.21	8
62500	2687.0									0.87	236	0.54	74	0.33	22	0.22	9
65000	2794.5									0.91	253	0.56	79	0.34	24	0.23	9
67500	2902.0									0.94	271	0.58	84	0.35	25	0.24	10
70000	3009.5									0.98	290	0.60	90	0.37	27	0.25	11
72500	3116.9									1.01	309	0.62	96	0.38	29	0.26	11
75000	3224.4									1.05	329	0.65	102	0.39	30	0.27	12
77500	3331.9									1.08	349	0.67	108	0.40	32	0.27	13
80000	3439.4									1.12	370	0.69	115	0.42	34	0.28	13
82500	3546.9									1.15	391	0.71	121	0.43	36	0.29	14
85000	3654.3									1.19	413	0.73	128	0.44	38	0.30	15
87500	3761.8									1.22	435	0.75	135	0.46	40	0.31	16
90000	3869.3									1.26	458	0.78	142	0.47	42	0.32	17
92500	3976.8									1.29	482	0.80	149	0.48	44	0.33	17
95000	4084.3									1.33	506	0.82	157	0.50	46	0.34	18
97500	4191.7									1.36	530	0.84	164	0.51	49	0.34	19
100000	4299.2									1.40	556	0.86	172	0.52	51	0.35	20
105000	4514.2									1.47	607	0.91	188	0.55	56	0.37	22
110000	4729.1											0.95	204	0.57	61	0.39	24
115000	4944.1											0.99	221	0.60	66	0.41	26
120000	5159.1											1.03	239	0.63	71	0.42	28
125000	5374.0											1.08	258	0.65	76	0.44	30

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
130000	5589.0											1.12	277	0.68	82	0.46	32
135000	5804.0											1.16	297	0.70	88	0.48	34
140000	6018.9											1.21	317	0.73	94	0.49	37
145000	6233.9											1.25	338	0.76	100	0.51	39
150000	6448.8											1.29	360	0.78	106	0.53	41
155000	6663.8											1.34	382	0.81	113	0.55	44
160000	6878.8											1.38	405	0.83	119	0.57	46
165000	7093.7											1.42	428	0.86	126	0.58	49
170000	7308.7											1.47	453	0.89	133	0.60	52
175000	7523.6											1.51	477	0.91	140	0.62	55
180000	7738.6											1.55	503	0.94	148	0.64	58
185000	7953.6											1.59	529	0.96	155	0.65	60
190000	8168.5											1.64	555	0.99	163	0.67	63
195000	8383.5											1.68	583	1.02	171	0.69	66
200000	8598.5											1.72	610	1.04	179	0.71	70
205000	8813.4													1.07	187	0.72	73
210000	9028.4													1.10	196	0.74	76
215000	9243.3													1.12	204	0.76	79
220000	9458.3													1.15	213	0.78	83
225000	9673.3													1.17	222	0.80	86
230000	9888.2													1.20	231	0.81	90
235000	10103.2													1.23	240	0.83	93
240000	10318.1													1.25	250	0.85	97
245000	10533.1													1.28	259	0.87	101
250000	10748.1													1.30	269	0.88	104
255000	10963.0													1.33	279	0.90	108
260000	11178.0													1.36	289	0.92	112
265000	11392.9													1.38	300	0.94	116
270000	11607.9													1.41	310	0.95	120
275000	11822.9													1.43	321	0.97	124
280000	12037.8													1.46	332	0.99	128
285000	12252.8													1.49	343	1.01	133
290000	12467.8													1.51	354	1.02	137
295000	12682.7													1.54	365	1.04	141
300000	12897.7													1.56	376	1.06	146
305000	13112.6													1.59	388	1.08	150

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
310000	13327.6													1.62	400	1.10	155
315000	13542.6													1.64	412	1.11	159
320000	13757.5													1.67	424	1.13	164
325000	13972.5													1.69	436	1.15	169
330000	14187.4													1.72	449	1.17	173
335000	14402.4													1.75	461	1.18	178
340000	14617.4													1.77	474	1.20	183
345000	14832.3													1.80	487	1.22	188
350000	15047.3													1.83	500	1.24	193
355000	15262.3													1.85	514	1.25	198
360000	15477.2													1.88	527	1.27	203
365000	15692.2													1.90	541	1.29	209
370000	15907.1													1.93	555	1.31	214
375000	16122.1													1.96	569	1.33	219
380000	16337.1													1.98	583	1.34	225
385000	16552.0													2.01	597	1.36	230
390000	16767.0													2.03	611	1.38	236
395000	16981.9													2.06	626	1.40	241
400000	17196.9													2.09	641	1.41	247
405000	17411.9													2.11	656	1.43	253
410000	17626.8													2.14	671	1.45	258
415000	17841.8													2.16	686	1.47	264
420000	18056.7													2.19	702	1.48	270
425000	18271.7													2.22	717	1.50	276
430000	18486.7													2.24	733	1.52	282
435000	18701.6													2.27	749	1.54	288
440000	18916.6													2.29	765	1.55	294
445000	19131.6													2.32	781	1.57	301
450000	19346.5													2.35	798	1.59	307
455000	19561.5													2.37	814	1.61	313
460000	19776.4													2.40	831	1.63	319
465000	19991.4													2.42	848	1.64	326
470000	20206.4													2.45	865	1.66	332
475000	20421.3													2.48	882	1.68	339
480000	20636.3													2.50	900	1.70	346
485000	20851.2													2.53	917	1.71	352

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
490000	21066.2													2.56	935	1.73	359
495000	21281.2													2.58	953	1.75	366
500000	21496.1													2.61	971	1.77	373
505000	21711.1													2.63	989	1.78	380
510000	21926.1													2.66	1007	1.80	387
515000	22141.0													2.69	1026	1.82	394
520000	22356.0													2.71	1044	1.84	401
525000	22570.9													2.74	1063	1.86	408
530000	22785.9													2.76	1082	1.87	415
535000	23000.9													2.79	1101	1.89	422
540000	23215.8													2.82	1121	1.91	430

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	8.6	0.02	2	0.01	1												
300	12.9	0.03	3	0.02	1												
400	17.2	0.05	5	0.03	2												
500	21.5	0.06	8	0.03	2												
600	25.8	0.07	11	0.04	3												
700	30.1	0.08	14	0.05	4												
800	34.4	0.09	17	0.05	5												
900	38.7	0.10	21	0.06	6												
1000	43.0	0.11	25	0.07	7	0.04	2										
1100	47.3	0.13	30	0.07	9	0.04	2										
1200	51.6	0.14	35	0.08	10	0.05	3										
1300	55.9	0.15	40	0.09	11	0.05	3										
1400	60.2	0.16	45	0.09	13	0.05	3										
1500	64.5	0.17	51	0.10	14	0.06	4										
1600	68.8	0.18	57	0.11	16	0.06	4										
1700	73.1	0.20	63	0.11	18	0.06	5										
1800	77.4	0.21	70	0.12	20	0.07	5										
1900	81.7	0.22	76	0.13	22	0.07	6										
2000	86.0	0.23	83	0.14	24	0.08	6										
2500	107.5	0.29	123	0.17	35	0.10	9	0.06	3								
3000	129.0	0.34	169	0.20	48	0.11	12	0.07	4								
3500	150.5	0.40	221	0.24	62	0.13	16	0.08	5								
4000	172.0	0.46	280	0.27	79	0.15	20	0.09	6								
4500	193.5	0.52	344	0.30	97	0.17	25	0.10	7								
5000	215.0	0.57	415	0.34	116	0.19	29	0.11	8	0.07	3						
5500	236.5	0.63	491	0.37	137	0.21	35	0.12	10	0.08	3						
6000	258.0	0.69	574	0.41	160	0.23	41	0.13	12	0.08	4						
6500	279.4	0.75	661	0.44	184	0.25	47	0.15	13	0.09	4						
7000	300.9	0.80	755	0.47	210	0.27	53	0.16	15	0.10	5						
7500	322.4	0.86	854	0.51	237	0.29	60	0.17	17	0.10	6						
8000	343.9	0.92	959	0.54	266	0.30	67	0.18	19	0.11	6						
8500	365.4	0.98	1070	0.57	296	0.32	75	0.19	21	0.12	7						
9000	386.9	1.03	1185	0.61	328	0.34	83	0.20	24	0.13	8						
9500	408.4			0.64	361	0.36	91	0.21	26	0.13	8	0.08	3				
10000	429.9			0.68	396	0.38	99	0.22	28	0.14	9	0.09	3				
10500	451.4			0.71	432	0.40	108	0.24	31	0.15	10	0.09	3				

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
11000	472.9			0.74	470	0.42	118	0.25	34	0.15	11	0.09	3				
11500	494.4			0.78	508	0.44	127	0.26	36	0.16	12	0.10	4				
12000	515.9			0.81	549	0.46	137	0.27	39	0.17	13	0.10	4				
12500	537.4			0.84	590	0.48	148	0.28	42	0.17	13	0.11	4				
13000	558.9			0.88	634	0.49	158	0.29	45	0.18	14	0.11	5				
13500	580.4			0.91	678	0.51	169	0.30	48	0.19	15	0.12	5				
14000	601.9			0.95	724	0.53	180	0.31	51	0.20	16	0.12	5				
14500	623.3			0.98	771	0.55	192	0.33	55	0.20	17	0.12	6				
15000	644.9			1.01	820	0.57	204	0.34	58	0.21	19	0.13	6	0.08	2		
15500	666.4			1.05	870	0.59	216	0.35	61	0.22	20	0.13	6	0.08	2		
16000	687.9			1.08	921	0.61	229	0.36	65	0.22	21	0.14	7	0.08	2		
16500	709.4			1.12	974	0.63	242	0.37	69	0.23	22	0.14	7	0.09	2		
17000	730.9			1.15	1028	0.65	255	0.38	72	0.24	23	0.15	7	0.09	2		
17500	752.4			1.18	1083	0.67	269	0.39	76	0.24	24	0.15	8	0.09	2		
18000	773.9			1.22	1140	0.68	283	0.40	80	0.25	26	0.16	8	0.09	2		
18500	795.4					0.70	297	0.42	84	0.26	27	0.16	8	0.10	3		
19000	816.9					0.72	312	0.43	88	0.27	28	0.16	9	0.10	3		
19500	838.3					0.74	326	0.44	92	0.27	29	0.17	9	0.10	3		
20000	859.8					0.76	342	0.45	96	0.28	31	0.17	10	0.10	3		
20500	881.3					0.78	357	0.46	101	0.29	32	0.18	10	0.11	3		
21000	902.8					0.80	373	0.47	105	0.29	34	0.18	11	0.11	3		
21500	924.3					0.82	389	0.48	110	0.30	35	0.19	11	0.11	3	0.08	1
22000	945.8					0.84	405	0.49	114	0.31	36	0.19	11	0.11	3	0.08	1
22500	967.3					0.86	422	0.51	119	0.31	38	0.19	12	0.12	4	0.08	1
23000	988.8					0.87	439	0.52	124	0.32	39	0.20	12	0.12	4	0.08	1
23500	1010.3					0.89	457	0.53	129	0.33	41	0.20	13	0.12	4	0.08	2
24000	1031.8					0.91	474	0.54	134	0.34	42	0.21	13	0.13	4	0.08	2
24500	1053.3					0.93	492	0.55	139	0.34	44	0.21	14	0.13	4	0.09	2
25000	1074.8					0.95	511	0.56	144	0.35	46	0.22	14	0.13	4	0.09	2
25500	1096.3					0.97	529	0.57	149	0.36	47	0.22	15	0.13	4	0.09	2
26000	1117.8					0.99	548	0.58	154	0.36	49	0.22	15	0.14	5	0.09	2
26500	1139.3					1.01	567	0.60	159	0.37	51	0.23	16	0.14	5	0.09	2
27000	1160.8					1.03	587	0.61	165	0.38	52	0.23	16	0.14	5	0.10	2
27500	1182.3					1.05	607	0.62	170	0.38	54	0.24	17	0.14	5	0.10	2
28000	1203.8					1.06	627	0.63	176	0.39	56	0.24	18	0.15	5	0.10	2
28500	1225.3					1.08	647	0.64	182	0.40	58	0.25	18	0.15	5	0.10	2

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
29000	1246.8					1.10	668	0.65	187	0.40	59	0.25	19	0.15	6	0.10	2
29500	1268.3					1.12	689	0.66	193	0.41	61	0.25	19	0.15	6	0.10	2
30000	1289.8					1.14	710	0.67	199	0.42	63	0.26	20	0.16	6	0.11	2
32500	1397.2					1.24	821	0.73	230	0.45	73	0.28	23	0.17	7	0.11	3
35000	1504.7					1.33	940	0.79	263	0.49	83	0.30	26	0.18	8	0.12	3
37500	1612.2					1.43	1066	0.84	298	0.52	94	0.32	30	0.20	9	0.13	4
40000	1719.7							0.90	334	0.56	106	0.34	33	0.21	10	0.14	4
42500	1827.2							0.96	373	0.59	118	0.37	37	0.22	11	0.15	4
45000	1934.7							1.01	414	0.63	131	0.39	41	0.23	12	0.16	5
47500	2042.1							1.07	457	0.66	144	0.41	45	0.25	13	0.17	5
50000	2149.6							1.12	501	0.70	158	0.43	49	0.26	15	0.18	6
52500	2257.1							1.18	548	0.73	172	0.45	54	0.27	16	0.19	6
55000	2364.6							1.24	596	0.77	187	0.47	58	0.29	17	0.19	7
57500	2472.1							1.29	647	0.80	203	0.50	63	0.30	19	0.20	7
60000	2579.5							1.35	699	0.84	219	0.52	68	0.31	20	0.21	8
62500	2687.0							1.41	753	0.87	236	0.54	74	0.33	22	0.22	9
65000	2794.5							1.46	809	0.91	253	0.56	79	0.34	24	0.23	9
67500	2902.0							1.52	867	0.94	271	0.58	84	0.35	25	0.24	10
70000	3009.5							1.57	927	0.98	290	0.60	90	0.37	27	0.25	11
72500	3116.9							1.63	988	1.01	309	0.62	96	0.38	29	0.26	11
75000	3224.4							1.69	1052	1.05	329	0.65	102	0.39	30	0.27	12
77500	3331.9							1.74	1117	1.08	349	0.67	108	0.40	32	0.27	13
80000	3439.4							1.80	1184	1.12	370	0.69	115	0.42	34	0.28	13
82500	3546.9							1.86	1253	1.15	391	0.71	121	0.43	36	0.29	14
85000	3654.3									1.19	413	0.73	128	0.44	38	0.30	15
87500	3761.8									1.22	435	0.75	135	0.46	40	0.31	16
90000	3869.3									1.26	458	0.78	142	0.47	42	0.32	17
92500	3976.8									1.29	482	0.80	149	0.48	44	0.33	17
95000	4084.3									1.33	506	0.82	157	0.50	46	0.34	18
97500	4191.7									1.36	530	0.84	164	0.51	49	0.34	19
100000	4299.2									1.40	556	0.86	172	0.52	51	0.35	20
105000	4514.2									1.47	607	0.91	188	0.55	56	0.37	22
110000	4729.1									1.54	662	0.95	204	0.57	61	0.39	24
115000	4944.1									1.61	718	0.99	221	0.60	66	0.41	26
120000	5159.1									1.68	776	1.03	239	0.63	71	0.42	28
125000	5374.0									1.75	837	1.08	258	0.65	76	0.44	30

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
130000	5589.0									1.82	900	1.12	277	0.68	82	0.46	32
135000	5804.0									1.88	965	1.16	297	0.70	88	0.48	34
140000	6018.9									1.95	1032	1.21	317	0.73	94	0.49	37
145000	6233.9											1.25	338	0.76	100	0.51	39
150000	6448.8											1.29	360	0.78	106	0.53	41
155000	6663.8											1.34	382	0.81	113	0.55	44
160000	6878.8											1.38	405	0.83	119	0.57	46
165000	7093.7											1.42	428	0.86	126	0.58	49
170000	7308.7											1.47	453	0.89	133	0.60	52
175000	7523.6											1.51	477	0.91	140	0.62	55
180000	7738.6											1.55	503	0.94	148	0.64	58
185000	7953.6											1.59	529	0.96	155	0.65	60
190000	8168.5											1.64	555	0.99	163	0.67	63
195000	8383.5											1.68	583	1.02	171	0.69	66
200000	8598.5											1.72	610	1.04	179	0.71	70
205000	8813.4											1.77	639	1.07	187	0.72	73
210000	9028.4											1.81	668	1.10	196	0.74	76
215000	9243.3											1.85	698	1.12	204	0.76	79
220000	9458.3											1.90	728	1.15	213	0.78	83
225000	9673.3											1.94	759	1.17	222	0.80	86
230000	9888.2											1.98	790	1.20	231	0.81	90
235000	10103.2											2.03	822	1.23	240	0.83	93
240000	10318.1											2.07	855	1.25	250	0.85	97
245000	10533.1											2.11	888	1.28	259	0.87	101
250000	10748.1											2.15	922	1.30	269	0.88	104
255000	10963.0											2.20	957	1.33	279	0.90	108
260000	11178.0											2.24	992	1.36	289	0.92	112
265000	11392.9											2.28	1028	1.38	300	0.94	116
270000	11607.9													1.41	310	0.95	120
275000	11822.9													1.43	321	0.97	124
280000	12037.8													1.46	332	0.99	128
285000	12252.8													1.49	343	1.01	133
290000	12467.8													1.51	354	1.02	137
295000	12682.7													1.54	365	1.04	141
300000	12897.7													1.56	376	1.06	146
305000	13112.6													1.59	388	1.08	150

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
310000	13327.6													1.62	400	1.10	155
315000	13542.6													1.64	412	1.11	159
320000	13757.5													1.67	424	1.13	164
325000	13972.5													1.69	436	1.15	169
330000	14187.4													1.72	449	1.17	173
335000	14402.4													1.75	461	1.18	178
340000	14617.4													1.77	474	1.20	183
345000	14832.3													1.80	487	1.22	188
350000	15047.3													1.83	500	1.24	193
355000	15262.3													1.85	514	1.25	198
360000	15477.2													1.88	527	1.27	203
365000	15692.2													1.90	541	1.29	209
370000	15907.1													1.93	555	1.31	214
375000	16122.1													1.96	569	1.33	219
380000														1.98	583	1.34	225
385000														2.01	597	1.36	230
390000														2.03	611	1.38	236
395000														2.06	626	1.40	241
400000														2.09	641	1.41	247
405000														2.11	656	1.43	253
410000														2.14	671	1.45	258
415000														2.16	686	1.47	264
420000														2.19	702	1.48	270
425000														2.22	717	1.50	276
430000														2.24	733	1.52	282
435000														2.27	749	1.54	288
440000														2.29	765	1.55	294
445000														2.32	781	1.57	301
450000														2.35	798	1.59	307
455000														2.37	814	1.61	313
460000														2.40	831	1.63	319
465000														2.42	848	1.64	326
470000														2.45	865	1.66	332
475000														2.48	882	1.68	339
480000														2.50	900	1.70	346
485000														2.53	917	1.71	352

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 75 (Seguito)

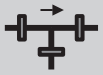
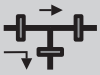
d (mm)		16		20		26		32		40		50		63		75	
di (mm)		11.5		15		20		26		33		42		54		65,6	
. Q [W]	. m [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
490000														2.56	935	1.73	359
495000														2.58	953	1.75	366
500000														2.61	971	1.77	373
505000														2.63	989	1.78	380
510000														2.66	1007	1.80	387
515000														2.69	1026	1.82	394
520000														2.71	1044	1.84	401
525000														2.74	1063	1.86	408
530000														2.76	1082	1.87	415
535000														2.79	1101	1.89	422
540000														2.82	1121	1.91	430

5.3.2 Lunghezza equivalente in metri di tubo Geberit MeplaTherm

Descrizione		Lunghezza equivalente dei tubi [m] d [mm] 16	20	26	32	40	50	63	75
Curva del tubo		0.10	0.10	0.10	0.20	0.30	0.30	–*	–*

↑ * I tubi del d 63 e d 75 mm non devono essere piegati. Per cambi di direzione usare le curve.

↓ Lunghezze equivalenti dei raccordi Mepla

Descrizione	Pressfitting	Lunghezza equivalente dei tubi [m] d [mm] 16	20	26	32	40	50	63	75
Gomito 90°		7.10	6.20	6.40	5.90	7.20	9.00	14.4	20.4
T 90°		2.50	1.60	1.30	1.30	1.60	1.30	2.80	4.30
Diramazione a T		6.70	5.50	6.20	6.10	7.30	8.90	12.60	21.10
Distribuzione a T		17.30	18.80	18.90	18.30	22.30	28.50	45.80	67.10
Manicotto		1.80	1.40	1.20	0.90	1.00	1.20	2.00	3.50
Riduzione		–	1.20	1.40	1.20	1.00	0.90	1.00	1.90
Gomito 90° con filetto		3.80	2.80	3.80	-	-	-	-	-
Collettore 3/4"		2.60	1.70	-	-	-	-	-	-
Cartella		-	-	-	-	-	-	-	0.10

5.3.3 Tabelle interpretazione per riscaldamento Geberit PushFitTherm

Tabella riassuntiva dei dati a disposizione per Geberit PushFitTherm

Mandata/ritorno	ΔT	Dimensione tubo	Pagina
35 °C / 30 °C	5 K	d 16 - d 25	Tabelle da pag. 63 a 64
45 °C / 35 °C	10 K	d 16 - d 25	Tabelle da pag. 65 a 66
55 °C / 45 °C	10 K	d 16 - d 25	Tabelle da pag. 67 a 68
70 °C / 50 °C	20 K	d 16 - d 25	Tabelle da pag. 69 a 70
80 °C / 60 °C	20 K	d 16 - d 25	Tabelle da pag. 71 a 72

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 25

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	34.4	0.08	16	0.05	4	0.03	1
300	51.6	0.13	32	0.07	8	0.05	3
400	68.8	0.17	53	0.10	13	0.06	5
500	86.0	0.21	78	0.12	20	0.08	7
600	103.2	0.25	107	0.14	27	0.09	9
700	120.4	0.30	141	0.17	36	0.11	12
800	137.6	0.34	178	0.19	45	0.12	16
900	154.8	0.38	218	0.21	56	0.14	19
1000	172.0	0.42	262	0.24	67	0.15	23
1100	189.2	0.46	310	0.26	79	0.17	27
1200	206.4	0.51	361	0.29	92	0.18	32
1300	223.6	0.55	415	0.31	106	0.20	37
1400	240.8	0.59	473	0.33	121	0.21	42
1500	258.0	0.63	533	0.36	136	0.23	47
1600	275.2	0.68	597	0.38	152	0.24	53
1700	292.3	0.72	664	0.40	169	0.26	59
1800	309.5	0.76	734	0.43	187	0.27	65
1900	326.7	0.80	807	0.45	206	0.29	71
2000	343.9	0.84	882	0.48	225	0.30	78
2500	429.9			0.59	332	0.38	115
3000	515.9			0.71	457	0.46	158
3500	601.9			0.83	599	0.53	208
4000	687.9					0.61	262
4500	773.9					0.68	322
5000	859.8					0.76	387
5500	945.8					0.84	458

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 35° C / 30° C, ΔT = 5K,** d 16 - d 25 (Seguito)

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	17.2	0.04	5	0.02	1	0.02	0
300	25.8	0.06	10	0.04	3	0.02	1
400	34.4	0.09	16	0.05	4	0.03	2
500	43.0	0.11	24	0.06	6	0.04	2
600	51.6	0.13	32	0.07	8	0.05	3
700	60.3	0.15	42	0.08	11	0.05	4
800	68.9	0.17	52	0.10	14	0.06	5
900	77.5	0.19	64	0.11	17	0.07	6
1000	86.1	0.21	77	0.12	20	0.08	7
1100	94.7	0.23	90	0.13	23	0.08	8
1200	103.3	0.26	105	0.14	27	0.09	9
1300	111.9	0.28	120	0.16	31	0.10	11
1400	120.5	0.30	137	0.17	35	0.11	12
1500	129.1	0.32	154	0.18	39	0.12	14
1600	137.7	0.34	172	0.19	44	0.12	15
1700	146.3	0.36	191	0.20	49	0.13	17
1800	154.9	0.38	211	0.22	54	0.14	19
1900	163.6	0.40	232	0.23	59	0.15	21
2000	172.2	0.43	254	0.24	65	0.15	23
2500	215.2	0.53	375	0.30	95	0.19	33
3000	258.2	0.64	517	0.36	131	0.23	45
3500	301.3	0.75	679	0.42	171	0.27	59
4000	344.3	0.85	861	0.48	217	0.31	75
4500	387.4	0.96	1061	0.54	266	0.35	92
5000	430.4	1.07	1280	0.60	321	0.38	110
5500	473.5	1.17	1519	0.66	380	0.42	130
6000	516.5	1.28	1775	0.72	443	0.46	152
6500	559.5	1.39	2050	0.78	511	0.50	175
7000	602.6	1.49	2342	0.84	583	0.54	200
7500	645.6	1.60	2653	0.90	659	0.58	225
8000	688.7			0.96	740	0.61	253
8500	731.7			1.02	824	0.65	281

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 25

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
9000	774.7			1.08	913	0.69	312
9500	817.8			1.14	1006	0.73	343
10000	860.8			1.20	1103	0.77	376
10500	903.9			1.26	1205	0.81	410
11000	946.9			1.32	1310	0.84	446
11500	990.0			1.38	1419	0.88	482
12000	1033.0			1.44	1533	0.92	521
12500	1076.0			1.50	1650	0.96	560
13000	1119.1			1.56	1771	1.00	601
13500	1162.1			1.62	1897	1.04	643
14000	1205.2			1.68	2026	1.07	686
14500	1248.2			1.74	2159	1.11	731
15000	1291.2					1.15	777
15500	1334.3					1.19	824
16000	1377.3					1.23	873
16500	1420.4					1.27	923
17000	1463.4					1.30	974
17500	1506.5					1.34	1026
18000	1549.5					1.38	1080
18500	1592.5					1.42	1134
19000	1635.6					1.46	1191
19500	1678.6					1.50	1248
20000	1721.7					1.53	1306
20500	1764.7					1.57	1366
21000	1807.7					1.61	1427
21500	1850.8					1.65	1490
22000	1893.8					1.69	1553
22500	1936.9					1.73	1618
23000	1979.9					1.76	1684
23500	2023.0					1.80	1751
24000	2066.0					1.84	1820
24500	2109.0					1.88	1890

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 45° C / 35° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 25 (Seguito)

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
25000	2152.1					1.92	1960
25500	2195.1					1.96	2033
26000	2238.2					1.99	2106
26500	2281.2					2.03	2181
27000	2324.2					2.07	2256
27500	2367.3					2.11	2333

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 25

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	17.2	0.04	4	0.02	1	0.02	0
300	25.8	0.06	9	0.04	2	0.02	1
400	34.4	0.08	14	0.05	4	0.03	1
500	43.0	0.11	21	0.06	5	0.04	2
600	51.6	0.13	29	0.07	7	0.05	3
700	60.2	0.15	38	0.08	10	0.05	3
800	68.8	0.17	48	0.10	12	0.06	4
900	77.4	0.19	59	0.11	15	0.07	5
1000	86.0	0.21	71	0.12	18	0.08	6
1100	94.6	0.23	83	0.13	21	0.08	7
1200	103.2	0.25	97	0.14	25	0.09	9
1300	111.8	0.27	112	0.15	28	0.10	10
1400	120.4	0.30	127	0.17	32	0.11	11
1500	129.0	0.32	143	0.18	37	0.11	13
1600	137.6	0.34	160	0.19	41	0.12	14
1700	146.2	0.36	178	0.20	46	0.13	16
1800	154.8	0.38	197	0.21	50	0.14	17
1900	163.4	0.40	217	0.23	55	0.14	19
2000	172.0	0.42	237	0.24	60	0.15	21
2500	215.0	0.53	350	0.30	89	0.19	31

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 55° C / 45° C, ΔT = 10K,** d 16 - d 25 (Seguito)

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
3000	258.0	0.63	482	0.36	123	0.23	43
3500	300.9	0.74	631	0.42	161	0.27	56
4000	343.9	0.84	798	0.48	203	0.30	70
4500	386.9			0.53	250	0.34	87
5000	429.9			0.59	301	0.38	104
5500	472.9			0.65	355	0.42	123
6000	515.9			0.71	414	0.46	143
6500	558.9			0.77	476	0.49	165
7000	601.9			0.83	542	0.53	188
7500	644.9					0.57	212
8000	687.9					0.61	237
8500	730.9					0.65	264
9000	773.9					0.68	291
9500	816.9					0.72	320
10000	859.8					0.76	350
10500	902.8					0.80	382
11000	945.8					0.84	414

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 25

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	8.6	0.02	1	0.01	0	0.01	0
300	12.9	0.03	2	0.02	1	0.01	0
400	17.2	0.04	4	0.02	1	0.02	0
500	21.5	0.05	6	0.03	2	0.02	1
600	25.8	0.06	8	0.04	2	0.02	1
700	30.1	0.07	11	0.04	3	0.03	1
800	34.4	0.08	13	0.05	3	0.03	1
900	38.7	0.10	16	0.05	4	0.03	1
1000	43.0	0.11	20	0.06	5	0.04	2
1100	47.3	0.12	23	0.07	6	0.04	2
1200	51.6	0.13	27	0.07	7	0.05	2
1300	55.9	0.14	31	0.08	8	0.05	3
1400	60.2	0.15	36	0.08	9	0.05	3
1500	64.5	0.16	40	0.09	10	0.06	4
1600	68.8	0.17	45	0.10	12	0.06	4
1700	73.1	0.18	50	0.10	13	0.06	4
1800	77.4	0.19	55	0.11	14	0.07	5
1900	81.7	0.20	61	0.11	16	0.07	5
2000	86.0	0.21	67	0.12	17	0.08	6
2500	107.5	0.26	99	0.15	25	0.10	9
3000	129.0	0.32	136	0.18	35	0.11	12
3500	150.5	0.37	178	0.21	45	0.13	16
4000	172.0	0.42	224	0.24	57	0.15	20
4500	193.5	0.48	276	0.27	70	0.17	24
5000	215.0	0.53	332	0.30	85	0.19	29
5500	236.5	0.58	392	0.33	100	0.21	35
6000	258.0	0.63	456	0.36	116	0.23	40
6500	279.4	0.69	525	0.39	134	0.25	46
7000	300.9	0.74	598	0.42	152	0.27	53
7500	322.4	0.79	674	0.45	172	0.29	60
8000	343.9	0.84	755	0.48	192	0.30	67
8500	365.4			0.50	214	0.32	74
9000	386.9			0.53	237	0.34	82
9500	408.4			0.56	260	0.36	90
10000	429.9			0.59	284	0.38	99

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 70° C / 50° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 25 (Seguito)

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
10500	451.4			0.62	310	0.40	107
11000	472.9			0.65	336	0.42	116
11500	494.4			0.68	363	0.44	126
12000	515.9			0.71	391	0.46	136
12500	537.4			0.74	420	0.48	146
13000	558.9			0.77	450	0.49	156
13500	580.4			0.80	481	0.51	167
14000	601.9			0.83	513	0.53	178
14500	623.4					0.55	189
15000	644.9					0.57	200
15500	666.4					0.59	212
16000	687.9					0.61	224
16500	709.4					0.63	237
17000	730.9					0.65	249
17500	752.4					0.67	262
18000	773.9					0.68	276
18500	795.4					0.70	289
19000	816.9					0.72	303
19500	838.3					0.74	317
20000	859.8					0.76	331
20500	881.3					0.78	346
21000	902.8					0.80	361
21500	924.3					0.82	376

Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 25

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
200	8.6	0.02	1	0.01	0	0.01	0
300	12.9	0.03	2	0.02	1	0.01	0
400	17.2	0.04	4	0.02	1	0.02	0
500	21.5	0.05	6	0.03	1	0.02	1
600	25.8	0.06	8	0.04	2	0.02	1
700	30.1	0.07	10	0.04	3	0.03	1
800	34.4	0.08	13	0.05	3	0.03	1
900	38.7	0.10	16	0.05	4	0.03	1
1000	43.0	0.11	19	0.06	5	0.04	2
1100	47.3	0.12	23	0.07	6	0.04	2
1200	51.6	0.13	26	0.07	7	0.05	2
1300	55.9	0.14	30	0.08	8	0.05	3
1400	60.2	0.15	35	0.08	9	0.05	3
1500	64.5	0.16	39	0.09	10	0.06	3
1600	68.8	0.17	44	0.10	11	0.06	4
1700	73.1	0.18	48	0.10	12	0.06	4
1800	77.4	0.19	54	0.11	14	0.07	5
1900	81.7	0.20	59	0.11	15	0.07	5
2000	86.0	0.21	64	0.12	16	0.08	6
2500	107.5	0.26	95	0.15	24	0.10	8
3000	129.0	0.32	131	0.18	33	0.11	12
3500	150.5	0.37	172	0.21	44	0.13	15
4000	172.0	0.42	217	0.24	55	0.15	19
4500	193.5	0.48	266	0.27	68	0.17	24
5000	215.0	0.53	320	0.30	82	0.19	28
5500	236.5	0.58	379	0.33	97	0.21	33
6000	258.0	0.63	441	0.36	112	0.23	39
6500	279.4	0.69	507	0.39	129	0.25	45
7000	300.9	0.74	577	0.42	147	0.27	51
7500	322.4	0.79	651	0.45	166	0.29	58
8000	343.9	0.84	729	0.48	186	0.30	64
8500	365.4			0.50	207	0.32	72
9000	386.9			0.53	229	0.34	79
9500	408.4			0.56	251	0.36	87
10000	429.9			0.59	275	0.38	95

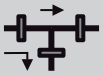
Perdite di carico riscaldamento, **mandata / ritorno 80° C / 60° C, ΔT = 20K,** d 16 - d 25 (Seguito)

d (mm)		16		20		25	
di (mm)		12		16		20	
$\dot{Q}$ [W]	$\dot{m}$ [kg/h]	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m	v [m/s]	Δp Pa/m
10500	451.4			0.62	299	0.40	104
11000	472.9			0.65	325	0.42	112
11500	494.4			0.68	351	0.44	122
12000	515.9			0.71	378	0.46	131
12500	537.4			0.74	406	0.48	141
13000	558.9			0.77	435	0.49	151
13500	580.4			0.80	465	0.51	161
14000	601.9			0.83	495	0.53	172
14500	623.4					0.55	182
15000	644.9					0.57	194
15500	666.4					0.59	205
16000	687.9					0.61	217
16500	709.4					0.63	229
17000	730.9					0.65	241
17500	752.4					0.67	254
18000	773.9					0.68	266
18500	795.4					0.70	279
19000	816.9					0.72	293
19500	838.3					0.74	306
20000	859.8					0.76	320
20500	881.3					0.78	334
21000	902.8					0.80	349
21500	924.3					0.82	363

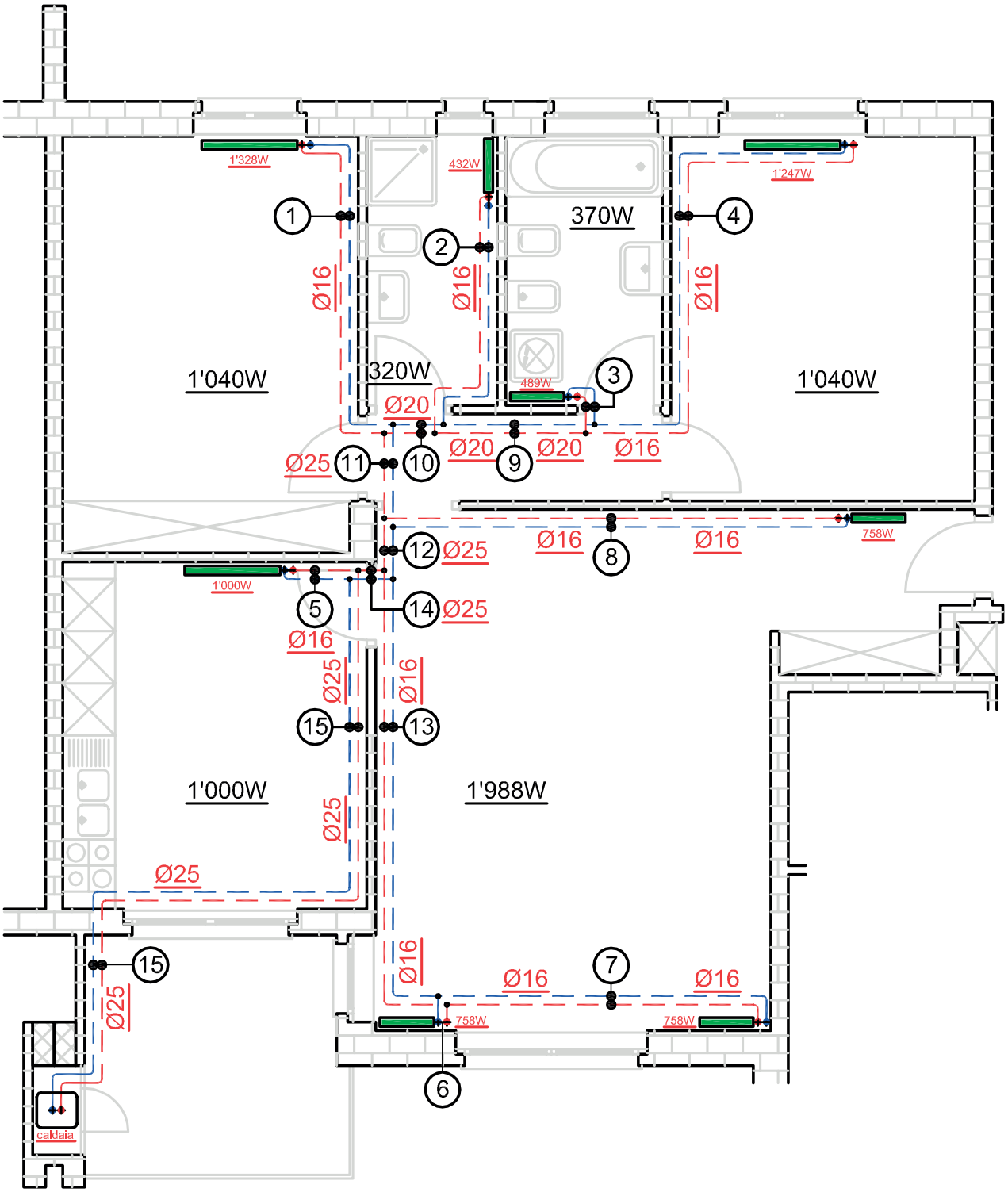
5.3.4 Lunghezza equivalente in metri di tubo Geberit PushFitTherm

Descrizione	Tubo	Lunghezza equivalente dei tubi [m] d [mm] ø 16	ø 20	ø 25
Curva del tubo		0.1	0.1	0.1

↓ Lunghezze equivalenti dei raccordi Geberit PushFit

Descrizione	Pressfitting	Lunghezza equivalente dei tubi [m] d [mm] ø 16	ø 20	ø 25
Gomito 90°		6.3	5.6	5.3
T 90°		2.0	1.4	1.1
Diramazione a T		6.5	6.2	5.9
Distribuzione a T		17.3	17.1	16.6
Manicotto		1.7	1.2	0.9
Riduzione		1.3	1.0	–
Gomito 90° con filetto		3.6	4.1	–

5.4 Esempio di allacciamento ai corpi riscaldanti con distribuzione tradizionale



Temperatura mandata/ritorno 55°/45° (Δt=10°k)

Portata massica:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{Q}{1.163 \cdot \Delta t}$$

Legenda: $\dot{m}$ = portata massica (Kg/h)
Q = potenza (W)
C = calore specifico (J/Kg·K)

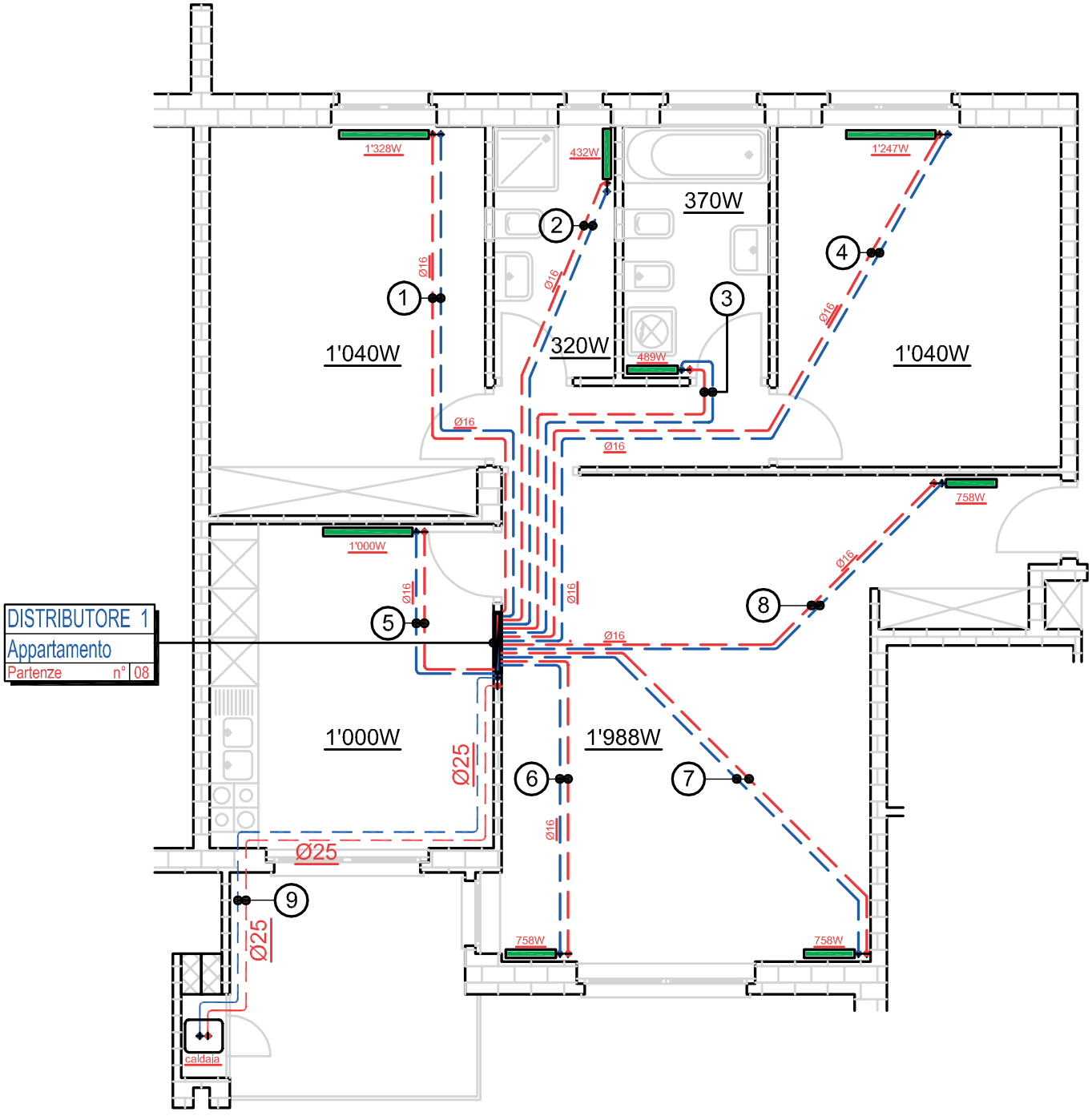
$$\frac{4187\ J/Kg \cdot K}{3600} = 1{,}163\ \frac{Wh}{Kg \cdot K}$$

Δt = differenza di temperatura del sistema (mandata e ritorno), (K)

Materiale corpi riscaldanti + caldaia (con sistema PushFit)			
650.222.00.1	Tubo multistrato PushFit isolato (10mm) in rotoli Ø16	m	70.00
651.222.00.1	Tubo multistrato PushFit isolato (10mm) in rotoli Ø20	m	5.00
652.222.00.1	Tubo multistrato PushFit isolato (10mm) in rotoli Ø25	m	25.00
652.563.00.1	Raccordo diritto (femmina) Ø25-1"	pz	2.00
652.270.00.1	Gomito intermedio 90° Ø25	pz	10.00
650.249.22.1	Curva 90° per corpi riscaldanti Ø16 a coppia	pz	8.00
650.310.00.1	Raccordo a T (uguale) Ø16	pz	2.00
651.311.00.1	Raccordo a T (ridotto) Ø20-16-20	pz	2.00
651.314.00.1	Raccordo a T (ridotto) Ø20-16-16	pz	2.00
652.311.00.1	Raccordo a T (ridotto) Ø25-16-25	pz	2.00
652.316.00.1	Raccordo a T (ridotto) Ø25-25-20	pz	6.00
651.650.00.1	Riduzione Ø20-16	pz	2.00
652.651.00.1	Riduzione Ø25-20	pz	2.00
652.650.00.1	Riduzione Ø25-16	pz	2.00

Tratto parziale	Potenza (Q)	Portata massica	Diametro tubo
TP	Watt	kg/h	de
n°	W	$\dot{m}$	mm
1	1328	114.2	Ø16
2	432	37.1	Ø16
3	489	42.0	Ø16
4	1247	107.2	Ø16
5	1000	86.0	Ø16
6	758	65.2	Ø16
7	758	65.2	Ø16
8	758	65.2	Ø16
9	1736	149.3	Ø20
10	2168	186.4	Ø20
11	3496	300.6	Ø25
12	4254	365.8	Ø25
13	1516	130.4	Ø16
14	5770	496.1	Ø25
15	6770	582.1	Ø25

5.5 Esempio di allacciamento ai corpi riscaldanti con distribuzione a collettore



Temperatura mandata/ritorno 55°/45° (Δt=10°k)

Portata massica:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{Q}{1.163 \cdot \Delta t}$$

Legenda: $\dot{m}$ = **portata massica (Kg/h)**
Q = potenza (W)
C = calore specifico (J/Kg·K)

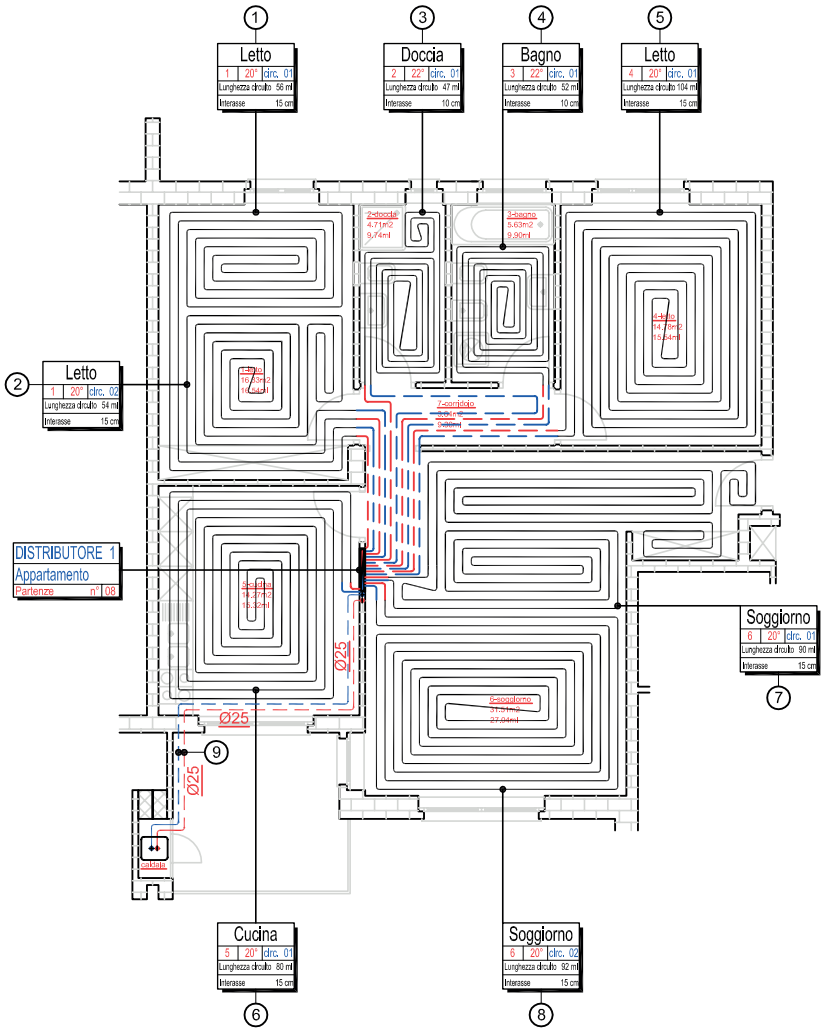
$$\frac{4187\ J/Kg \cdot K}{3600} = 1{,}163\ \frac{Wh}{Kg \cdot K}$$

Δt = differenza di temperatura del sistema (mandata e ritorno), (K)

Materiale corpi riscaldanti con sistema PushFit)			
650.222.00.1	Tubo multistrato PushFit isolato (10mm) in rotoli Ø16	m	120.00
650.249.22.1	Curva 90° per corpi riscaldanti Ø16 a coppia	pz	8.00
652.418.22.1	Set valvole a sfera diritte 1" - 11/4"	pz	1.00
652.432.22.1	Bocchettone per collegamento valvole a sfera diritte / ad angolo	pz	2.00
652.408.22.1	Distributore per 8 circuiti	pz	1.00
650.534.22.1	Raccordo Eurocono Ø16x2 - ¾ PushFit	pz	16.00
652.433.22.1	Terminale per collettori con rubinetto di scarico 1/2"	pz	2.00
652.435.22.1	Valvola di ritegno 1/2" per valvola sfiato	pz	2.00
652.434.22.1	Valvola di sfiato automatica 1/2"	pz	2.00
653.507.00.1	Cassetta da incasso 70 / 76 cm	pz	1.00
Materiale raccordo caldaia (PushFit)			
652.222.00.1	Tubo multistrato isolato (10mm) in rotoli Ø25	m	20.00
652.270.00.1	Gomito intermedio 90° Ø25	pz	14.00
652.563.00.1	Raccordo diritto (femmina) Ø25-1"	pz	2.00
652.553.00.1	Raccordo diritto (maschio) Ø25-1"	pz	2.00

Tratto parziale	Potenza	Portata massica	Diametro tubo
TP	Watt	kg/h	de
n°	W	$\dot{m}$	mm
1	1328	114.2	Ø16
2	432	37.1	Ø16
3	489	42.0	Ø16
4	1247	107.2	Ø16
5	1000	86.0	Ø16
6	758	65.2	Ø16
7	758	65.2	Ø16
8	758	65.2	Ø16
9	6770	582.1	Ø25

5.6 Esempio di applicazione a pannelli radianti (impianti a serpentine)



Distribuzione	1	Piano 0	Colonna 0	Temperatura di mandata: 40 °C				
Circuiti	8	Q acqua 608,6 kg/ora		Tarature detentore 14261 / 14261 Pa				
Uscita	**Descrizione serpentina**	**Sistema**	**Q-W QIst**	**Lunghezza circuito Pressione**	**Cont. (kg/h)**	**Regolazione valvola**	**Distanza T. ZI ZE**	**Dove**
1 / 2	1 Letto	Serpentina	570 664	55.0 2660	57.4	0.96 l/min.	15.0	V-RL
2 / 2	2 Letto	Serpentina	570 664	55.0 2660	57.4	0.96 l/min.	15.0	V-RL
3 / 1	2 Doccia	Serpentina	310 432	47.0 1568	46.2	0.78 l/min.	10.0	V-RL
4 / 1	3 Bagno	Serpentina	370 489	52.0 2424	56.2	0.94 l/min.	10.0	V-RL
5 / 1	4 Letto	Serpentina	1040 1247	104.0 14261	107.9	1.81 l/min.	15.0	V-RL
6 / 1	5 Cucina	Serpentina	1000 1000	80.0 7622	86.6	1.46 l/min.	15.0	V-RL
7 / 2	6 Soggiorno	Serpentina	994 1137	91.0 10730	98.4	1.65 l/min.	15.0	V-RL
8 / 2	6 Soggiorno	Serpentina	994 1137	91.0 10730	98.4	1.65 l/min.	15.0	V-RL

Temperatura mandata/ritorno 40°/30° (Δt=10°k)

Portata massica:

$$\dot{m} = \frac{Q}{C \cdot \Delta t} = \frac{Q}{1.163 \cdot \Delta t}$$

Legenda: $\dot{m}$ = **portata massica (Kg/h)**
Q = **potenza (W)**
C = **calore specifico (J/Kg·K)**

$$\frac{4187\ J/Kg \cdot K}{3600} = 1{,}163\ \frac{Wh}{Kg \cdot K}$$

Δt = **differenza di temperatura del sistema (mandata e ritorno), (K)**

Materiale pannello radiante			
650.203.00.1	Tubo multistrato PushFit in rotoli Ø16 200m	ml	600.00
652.418.22.1	Set valvole a sfera diritte 1" - 11/4"	pz	1.00
652.432.22.1	Bocchettone per collegamento valvole a sfera diritte / ad angolo	pz	2.00
652.408.22.1	Distributore per 8 circuiti	pz	1.00
650.534.22.1	Raccordo Eurocono Ø16x2 - ¾ PushFit	pz	16.00
652.433.22.1	Terminale per collettori con rubinetto di scarico 1/2"	pz	2.00
652.435.22.1	Valvola di ritegno 1/2" per valvola sfiato	pz	2.00
652.434.22.1	Valvola di sfiato automatica 1/2"	pz	2.00
653.507.00.1	Cassetta da incasso 70 / 76 cm	pz	1.00
651.814.00.1	Pannello preformato in polistirene esp. pacco da 19 m2 spess.30 mm/25kg/m^3	m^2	95.00
651.810.00.1	Banda perimetrale rotolo da 25m	ml	125.00
651.812.00.1	Additivo per massetto - tanica da 10lt	lt	10.00
Materiale raccordo caldaia			
652.222.00.1	Tubo multistrato PushFit isolato (10mm) in rotoli Ø25	m	20.00
652.270.00.1	Gomito intermedio 90° Ø25	pz	14.00
652.563.00.1	Raccordo diritto (femmina) Ø25-1"	pz	2.00
652.553.00.1	Raccordo diritto (maschio) Ø25-1"	pz	2.00

Tratto parziale	**Potenza**	**Portata massica**	**Diametro tubo**
TP	Watt	kg/h	de
n°	W	$\dot{m}$	mm
1	664	57.4	Ø16
2	664	57.4	Ø16
3	432	46.2	Ø16
4	489	56.2	Ø16
5	1247	107.9	Ø16
6	1000	86.6	Ø16
7	1137	98.4	Ø16
8	1137	98.4	Ø16
9	6770	608.5	Ø25

5.7 Potenza per riscaldamento a pavimento secondo UNI EN 1264

Tubo MeplaTherm d 16 con resistenza termica R=0.00 m².K/W

Resistenza termica del pavimento	$R_{\lambda,B}$	0.00	[m².K/W]
Conducibilità termica del massetto	λ_E	1.00	[W/m/K]
Conducibilità termica del tubo	λ_R	0.43	[W/m/K]
Spessore di parete del tubo	s_R	0.00225	[m]
Spessore del massetto	$s_{\mu,0}$	0.045	[m]
Diametro esterno del tubo	d_a	0.016	[m]
Differenza di temperatura mandata/ritorno		5.00	[°C]

Temperatura media dell'acqua [°C]	Temperatura ambiente [°C]	Interasse tubazione T [m]									
		0.1		**0.15**		**0.2**		**0.25**		**0.3**	
		q	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**
		[W/m²]	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**
30	15	90.8	23.2	78.4	22.2	68.0	21.3	58.9	20.6	51.3	19.9
30	18	72.3	24.7	62.4	23.9	54.1	23.1	46.9	22.5	40.8	22.0
30	20	59.8	25.6	51.6	24.9	44.8	24.3	38.8	23.8	33.8	23.4
30	22	47.3	26.6	40.8	26.0	35.4	25.5	30.7	25.1	26.7	24.7
30	24	34.4	27.4	29.7	27.0	25.8	26.6	22.3	26.3	19.5	26.0
35	15	121.6	25.8	105.0	24.4	91.0	23.3	78.9	22.3	68.7	21.4
35	18	103.2	27.3	89.1	26.1	77.2	25.1	66.9	24.2	58.3	23.5
35	20	90.8	28.2	78.4	27.2	68.0	26.3	58.9	25.6	51.3	24.9
35	22	78.5	29.2	67.7	28.3	58.7	27.5	50.9	26.9	44.3	26.3
35	24	66.1	30.2	57.0	29.4	49.5	28.7	42.9	28.2	37.3	27.7
40	15	152.3	28.2	131.5	26.5	114.0	25.1	98.8	23.9	86.0	22.8
40	18	133.9	29.7	115.6	28.3	100.2	27.0	86.9	25.9	75.6	25.0
40	20	121.6	30.8	105.0	29.4	91.0	28.3	78.9	27.3	68.7	26.4
40	22	109.3	31.8	94.4	30.5	81.8	29.5	70.9	28.6	61.7	27.8
40	24	97.0	32.8	83.7	31.7	72.6	30.7	62.9	29.9	54.8	29.2
45	15	182.9	30.6	157.9	28.6	136.9	27.0	118.7	25.5	103.3	24.3
45	18	164.6	32.2	142.1	30.4	123.2	28.9	106.8	27.6	93.0	26.4
45	20	152.3	33.2	131.5	31.5	114.0	30.1	98.8	28.9	86.0	27.8
45	22	140.0	34.2	120.9	32.7	104.8	31.4	90.9	30.2	79.1	29.3
45	24	127.7	35.2	110.3	33.8	95.6	32.6	82.9	31.6	72.2	30.7
50	15	213.6	32.9	184.4	30.7	159.9	28.8	138.6	27.1	120.6	25.7
50	18	195.2	34.5	168.5	32.5	146.1	30.7	126.6	29.2	110.3	27.8
50	20	182.9	35.6	157.9	33.6	136.9	32.0	118.7	30.5	103.3	29.3
50	22	170.7	36.6	147.4	34.8	127.8	33.2	110.7	31.9	96.4	30.7
50	24	158.4	37.7	136.8	36.0	118.6	34.5	102.8	33.2	89.5	32.1

q: Potenza specifica
T: Temperatura superficiale del pavimento

Tubo MeplaTherm d 16 con resistenza termica R=0.10 m².K/W

Resistenza termica del pavimento	$R_{\lambda,B}$	0.10	[m².K/W]
Conducibilità termica del massetto	λ_E	1.00	[W/m/K]
Conducibilità termica del tubo	λ_R	0.43	[W/m/K]
Spessore di parete del tubo	s_R	0.00225	[m]
Spessore del massetto	$s_{\mu,0}$	0.045	[m]
Diametro esterno del tubo	d_a	0.016	[m]
Differenza di temperatura mandata/ritorno		5.00	[°C]

Temperatura media dell'acqua [°C]	Temperatura ambiente [°C]	Interasse tubazione T [m]									
		0.1		**0.15**		**0.2**		**0.25**		**0.3**	
		q	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**
		[W/m²]	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**
30	15	93.4	23.5	84.4	22.7	76.3	22.0	69.0	21.4	62.5	20.9
30	18	74.3	24.9	67.1	24.3	60.7	23.7	54.9	23.2	49.7	22.8
30	20	61.5	25.8	55.6	25.3	50.2	24.8	45.4	24.4	41.1	24.0
30	22	48.6	26.7	43.9	26.3	39.7	25.9	35.9	25.5	32.5	25.2
30	24	35.4	27.5	32.0	27.2	28.9	26.9	26.2	26.7	23.7	26.4
35	15	125.0	26.0	113.0	25.1	102.1	24.2	92.4	23.4	83.6	22.7
35	18	106.0	27.5	95.8	26.7	86.6	25.9	78.4	25.2	70.9	24.6
35	20	93.4	28.5	84.4	27.7	76.3	27.0	69.0	26.4	62.5	25.9
35	22	80.7	29.4	72.9	28.8	65.9	28.2	59.6	27.6	54.0	27.1
35	24	67.9	30.3	61.4	29.8	55.5	29.3	50.2	28.8	45.4	28.4
40	15	156.6	28.5	141.5	27.3	127.9	26.3	115.7	25.3	104.7	24.4
40	18	137.6	30.0	124.4	29.0	112.4	28.0	101.7	27.1	92.1	26.3
40	20	125.0	31.0	113.0	30.1	102.1	29.2	92.4	28.4	83.6	27.7
40	22	112.4	32.0	101.5	31.1	91.8	30.3	83.0	29.6	75.2	28.9
40	24	99.7	33.0	90.1	32.2	81.5	31.5	73.7	30.8	66.7	30.2
45	15	188.1	31.0	169.9	29.6	153.6	28.3	139.0	27.1	125.8	26.1
45	18	169.2	32.5	152.9	31.2	138.2	30.1	125.0	29.0	113.2	28.1
45	20	156.6	33.5	141.5	32.3	127.9	31.3	115.7	30.3	104.7	29.4
45	22	144.0	34.5	130.1	33.4	117.6	32.4	106.4	31.5	96.3	30.7
45	24	131.3	35.5	118.7	34.5	107.3	33.6	97.0	32.8	87.9	32.0
50	15	219.6	33.4	198.4	31.8	179.4	30.3	162.2	29.0	146.9	27.8
50	18	200.7	35.0	181.3	33.5	163.9	32.1	148.3	30.9	134.2	29.8
50	20	188.1	36.0	169.9	34.6	153.6	33.3	139.0	32.1	125.8	31.1
50	22	175.5	37.0	158.6	35.7	143.3	34.5	129.7	33.4	117.4	32.4
50	24	162.9	38.0	147.2	36.8	133.1	35.7	120.3	34.6	109.0	33.7

q: Potenza specifica
T: Temperatura superficiale del pavimento

Tubo PushFitTherm d 16 con resistenza termica R=0.00 m².K/W

Resistenza termica del pavimento	$R_{\lambda,B}$	0.00	[m².K/W]
Conducibilità termica del massetto	λ_E	1.00	[W/m/K]
Conducibilità termica del tubo	λ_R	0.43	[W/m/K]
Spessore di parete del tubo	s_R	0.002	[m]
Spessore del massetto	$s_{\mu,0}$	0.045	[m]
Diametro esterno del tubo	d_a	0.016	[m]
Differenza di temperatura mandata/ritorno		5.00	[°C]

Temperatura media dell'acqua [°C]	Temperatura ambiente [°C]	Interasse tubazione T [m]									
		0.1		**0.15**		**0.2**		**0.25**		**0.3**	
		q	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**
		[W/m²]	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**
30	15	91.5	23.3	79.1	22.3	68.7	21.4	59.6	20.6	51.9	20.0
30	18	72.8	24.7	63.0	23.9	54.7	23.2	47.4	22.6	41.3	22.0
30	20	60.3	25.7	52.1	25.0	45.3	24.4	39.3	23.8	34.2	23.4
30	22	47.60	26.6	41.18	26.0	35.8	25.5	31.0	25.1	27.0	24.7
30	24	34.7	27.4	30.0	27.0	26.1	26.7	22.6	26.3	19.7	26.1
35	15	122.5	25.8	106.0	24.5	92.0	23.3	79.8	22.3	69.5	21.5
35	18	103.9	27.3	89.9	26.2	78.0	25.2	67.7	24.3	59.0	23.6
35	20	91.5	28.3	79.1	27.3	68.7	26.4	59.6	25.6	51.9	25.0
35	22	79.0	29.3	68.4	28.4	59.4	27.6	51.5	26.9	44.9	26.3
35	24	66.5	30.2	57.6	29.4	50.0	28.8	43.4	28.2	37.8	27.7
40	15	153.4	28.3	132.7	26.6	115.2	25.2	100.0	24.0	87.1	22.9
40	18	134.8	29.8	116.7	28.4	101.3	27.1	87.9	26.0	76.6	25.1
40	20	122.5	30.8	106.0	29.5	92.0	28.3	79.8	27.3	69.5	26.5
40	22	110.1	31.8	95.2	30.6	82.7	29.6	71.7	28.7	62.5	27.9
40	24	97.7	32.8	84.5	31.7	73.4	30.8	63.7	30.0	55.5	29.3
45	15	184.2	30.7	159.4	28.7	138.4	27.1	120.1	25.6	104.6	24.4
45	18	165.7	32.2	143.4	30.5	124.5	29.0	108.0	27.7	94.1	26.5
45	20	153.4	33.3	132.7	31.6	115.2	30.2	100.0	29.0	87.1	27.9
45	22	141.0	34.3	122.0	32.8	105.9	31.5	91.9	30.3	80.1	29.4
45	24	128.7	35.3	111.3	33.9	96.7	32.7	83.9	31.7	73.0	30.8
50	15	215.1	33.1	186.1	30.8	161.6	28.9	140.2	27.2	122.1	25.8
50	18	196.6	34.6	170.1	32.6	147.7	30.8	128.1	29.3	111.6	27.9
50	20	184.2	35.7	159.4	33.7	138.4	32.1	120.1	30.6	104.6	29.4
50	22	171.9	36.7	148.7	34.9	129.1	33.4	112.0	32.0	97.6	30.8
50	24	159.6	37.8	138.0	36.1	119.9	34.6	104.0	33.3	90.6	32.2

q: Potenza specifica
T: Temperatura superficiale del pavimento

Tubo PushFitTherm d 16 con resistenza termica R=0.10 m².K/W

Resistenza termica del pavimento	$R_{\lambda,B}$	0.10	[m².K/W]
Conducibilità termica del massetto	λ_E	1.00	[W/m/K]
Conducibilità termica del tubo	λ_R	0.43	[W/m/K]
Spessore di parete del tubo	s_R	0.002	[m]
Spessore del massetto	$s_{\mu,0}$	0.045	[m]
Diametro esterno del tubo	d_a	0.016	[m]
Differenza di temperatura mandata/ritorno		5.00	[°C]

Temperatura media dell'acqua [°C]	Temperatura ambiente [°C]	Interasse tubazione T [m]									
		0.1		**0.15**		**0.2**		**0.25**		**0.3**	
		q	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**	**q**	**T**
		[W/m²]	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**	**[W/m²]**	**[°C]**
30	15	94.1	23.5	85.2	22.8	77.2	22.1	69.9	21.5	63.4	20.9
30	18	74.8	24.9	67.8	24.3	61.4	23.8	55.6	23.3	50.4	22.8
30	20	62.0	25.8	56.1	25.3	50.9	24.9	46.1	24.4	41.8	24.1
30	22	48.9	26.7	44.3	26.3	40.2	25.9	36.4	25.6	33.0	25.3
30	24	35.7	27.5	32.3	27.2	29.3	26.9	26.5	26.7	24.0	26.5
35	15	125.9	26.1	114.1	25.1	103.4	24.3	93.6	23.5	84.9	22.8
35	18	106.8	27.6	96.8	26.7	87.7	26.0	79.4	25.3	72.0	24.7
35	20	94.1	28.5	85.2	27.8	77.2	27.1	69.9	26.5	63.4	25.9
35	22	81.3	29.5	73.6	28.8	66.7	28.2	60.4	27.7	54.8	27.2
35	24	68.4	30.4	62.0	29.8	56.1	29.3	50.9	28.9	46.1	28.5
40	15	157.7	28.6	142.9	27.4	129.4	26.4	117.3	25.4	106.3	24.5
40	18	138.7	30.1	125.6	29.1	113.8	28.1	103.1	27.3	93.5	26.5
40	20	125.9	31.1	114.1	30.1	103.4	29.3	93.6	28.5	84.9	27.8
40	22	113.2	32.1	102.6	31.2	92.9	30.4	84.2	29.7	76.3	29.0
40	24	100.4	33.0	91.0	32.3	82.4	31.6	74.7	30.9	67.7	30.3
45	15	189.5	31.1	171.6	29.7	155.5	28.4	140.9	27.3	127.7	26.2
45	18	170.4	32.6	154.4	31.4	139.9	30.2	126.7	29.2	114.9	28.2
45	20	157.7	33.6	142.9	32.4	129.4	31.4	117.3	30.4	106.3	29.5
45	22	145.0	34.6	131.4	33.5	119.0	32.5	107.8	31.6	97.7	30.8
45	24	132.3	35.6	119.9	34.6	108.6	33.7	98.4	32.9	89.2	32.1
50	15	221.2	33.5	200.4	31.9	181.5	30.5	164.4	29.1	149.1	27.9
50	18	202.1	35.1	183.1	33.6	165.9	32.3	150.3	31.0	136.2	29.9
50	20	189.5	36.1	171.6	34.7	155.5	33.4	140.9	32.3	127.7	31.2
50	22	176.8	37.1	160.1	35.8	145.1	34.6	131.4	33.5	119.1	32.6
50	24	164.1	38.1	148.6	36.9	134.7	35.8	122.0	34.8	110.6	33.9

q: Potenza specifica
T: Temperatura superficiale del pavimento

6 Installazione impianto

6.1 Scelta e configurazione del circuito

Il pavimento fornisce il calore necessario per coprire il fabbisogno energetico dell'ambiente, cedendo calore all'aria e alle pareti. La quantità di calore ceduto dipende dalla temperatura del pavimento, che è conveniente limitare a + 29 °C, corrispondenti alla temperatura della pianta del piede.

Quando l'isolamento termico del pavimento è ben fatto, molto raramente si riscontrano temperature superficiali superiori ai 26 °C. La temperatura di mandata dell'acqua dipende in primo luogo dalla distanza tra i tubi (passo o interasse).
E' importante che i tubi siano correttamente posati nel sottofondo. Una perfetta copertura dei tubi con il cemento contenente l'additivo migliora lo scambio termico in quanto non vengono ad interporsi cuscini d'aria.
Una parte considerevole di calore viene dispersa attraverso le finestre, ciò comporta un aumento dell'effetto radiante disperdente dal corpo umano verso la superficie vetrata.

6.2 Procedura per la posa di un impianto a pannelli radianti

6.2.1 Verifica preliminare del cantiere

Controllo e verifica in cantiere delle quote del pavimento e della qualità della superficie di sottofondo che dovrà risultare orizzontale, esente da avvallamenti, priva di incrostazioni ed esente da calcinacci.

6.2.2 Montaggio dei collettori

Posizionare i collettori secondo il progetto esecutivo.

6.2.3 Posa della banda perimetrale

Sistemazione della banda perimetrale lungo tutto il perimetro interessato avendo cura sia degli angoli (muri, colonne, rampe, ecc.) sia delle porte di passaggio vani. Lo scopo è quello di creare un isolamento termico ed acustico e consentire al pavimento di sopportare gli sbalzi termici , le forti sollecitazioni ed assestamenti strutturali.

6.2.4 Posa del pannello isolante

La posa del pannello isolante dovrà avvenire su tutta la superficie interessata evitando fessurazioni. Si consiglia di allineare il reticolo guida serigrafato sul pannello per facilitare la posa sul tubo. L'isolante va srotolato partendo da un'angolo e andando fino alla parete opposta, quindi si taglia la parte restante; la parte di foglio coprente deve essere sovrapposta alla striscia di isolante successiva. L'importante è che l'isolante sia posato saldamente ed interamente soprattutto lungo tutta la banda perimetrale del locale, creando così una forte stabilità. L'isolante va tagliato con un normale coltello. Eventuali resti di isolante si impiegano per isolare scalini, passaggi attraverso le porte, ecc.

6.2.5 Copertura giunte col nastro adesivo

Le linee di giunzione tra i pannelli isolanti lisci dovranno essere chiuse con il nastro adesivo. Il risultato è di creare una "vasca ermetica" per la posa del massetto che renda molto stabile l'isolante, in quanto tutta la superficie sarà isolata e ne aumenta l'efficacia.

6.2.6 Posa del tubo

La posa del tubo dovrà rispettare il progetto sia come passi (distanza fra i tubi) sia come tipo di posa e distanza fra gli anelli. Si allaccerà un'estremità del tubo al collettore e si srotolerà il tubo seguendo lo schema di progetto posandolo sull'isolante seguendo il reticolo guida. Il tubo verrà agganciato sull'isolante per mezzo delle clip nei punti e nelle quantità necessarie a garantirne il completo ancoraggio.

6.2.7 Carico dell'impianto

Durante il caricamento dell'impianto l'aria va eliminata manualmente, riempiendo i tubi con la seguente procedura:

Chiudere tutti i circuiti di ritorno dei pannelli.
Alimentare i collettori di mandata.
Intervenire sul collettore di ritorno, aprendo un circuito per volta seguendo i passi descritti:

- Aprire il volantino manuale della valvola incorporata nel collettore dei ritorni, lasciando chiuse tutte le altre valvole;
- Spurgare dalla valvola di sfiato e/o dal rubinetto di scarico e continuare con lo spurgo finché non esce più aria mista ad acqua;
- Chiudere la valvola del circuito pieno ed aprire quella successiva, effettuando lo spurgo come descritto sopra
- Compiere le stesse operazioni su tutti i circuiti, uno per uno.

Prima di stendere il getto, è indispensabile accertare la

6.2.8 Collaudo dell'impianto

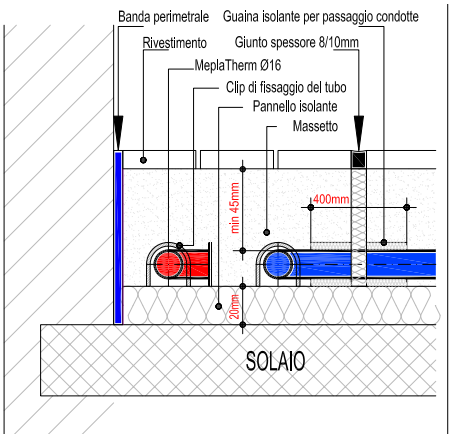
perfetta tenuta dell'impianto, eseguendo un primo collaudo, detto appunto a "serpentine scoperte".
Lo scopo è ovviamente quello di individuare eventuali perdite e, con l'occasione, eseguire un'accurata ispezione a vista. Si provvederà a collaudare l'impianto a freddo con una pressione di 1.5 volte la pressione massima di esercizio per una durata di 24 ore.
Terminata la posa di tutti i circuiti, si riempie l'impianto d'acqua e si scarica l'aria in esso contenuta. Nel caso di pericolo di gelo l'impianto deve essere riempito con acqua miscelata con antigelo secondo le seguenti indicazioni:

Temperatura °C	% antigelo	% acqua
-10	25	75
-15	30	70
-20	35	65
-25	40	60
-30	45	55

Attenzione!
Seguire le indicazioni del produttore di antigelo.

6.2.9 Posa del massetto

Prima di passare alla posa del massetto devono essere definite le fughe di dilatazione. Queste sono da prevedere per superfici superiori a 40-50 m2 con dei giunti di dilatazione di larghezza tra 8-10 mm. Nei punti dove vengono stabilite le fughe di dilatazione si procederà a isolare i tubi con guaine isolanti per una lunghezza di 400 mm.



Questo vale anche per le fughe per passaggi attraverso porte. I giunti devono essere passanti in senso verticale nel pavimento fino ad incontrare l'isolante e vanno riempiti con un composto elastico adatto. Nel massetto di cemento va mescolata la giusta quantità di additivo termofluidificante (0,5 litri ogni 50 kg di cemento).
Il riscaldamento del pavimento non deve iniziare prima che siano passati 21 giorni dalla posa del massetto, e deve procedere con un aumento della temperatura di mandata massima di 5 °C per giorno. Sono da rispettare le norme di posa dei massetti:

La posa del massetto dovrà avvenire con l'additivo prescritto e secondo le specifiche descritte nella tabella seguente.

Additivo per massetto

Composizione della malta:

Cemento	50 kg
Sabbia	0-8 mm (60% 0 - 4 mm) (40% 4 - 8 mm)
Acqua	25 lt
Additivo Geberit	0,5 lt

Rapporto di miscela

Cemento : sabbia	= 1:4,5 fino a 1:50 (50 kg per 225-250 kg)
Additivo : cemento	= 1:100 (0,5 lt. per 50 kg)
Acqua : cemento	= 1:2 (25 lt. per 50 kg)

L'additivo termofluidificante Geberit è stato sviluppato espressamente per i massetti in cemento dove vengono posati gli impianti di riscaldamento a pavimento. Esso conferisce resistenza meccanica, compattezza e lavorabilità dell'impasto, migliorando la conducibilità termica e le caratteristiche meccaniche del massetto, avendo una bassa viscosità ed una dispersione fine.

La composizione base dell'additivo è la seguente:
- Acetato di vinile
- Etilene
- Cloruro di vinile

L'additivo termofluidificante Geberit non è aggressivo, inoltre i materiali quali cemento, calce e gesso lo tollerano molto bene. E' esclusa qualsiasi aggressione a materie sintetiche come pure a metalli.
Può essere lavorato fino a temperature di 6° C; è da stoccare in luoghi liberi dal gelo ed inoltre a temperatura ambiente è immagazzinabile per circa 6 mesi. È consigliata la preparazione dell' impasto con l'ausilio della betoniera.
La malta deve venir mescolata a umidità naturale.
L'impasto si prepara con un dosaggio di circa il 60% di

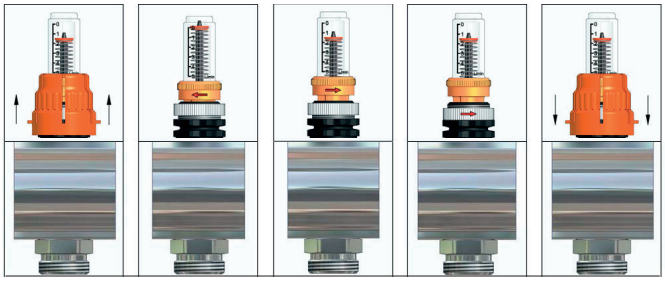
sabbia di frantoio lavata (granulometria consigliata 0-4 mm) evitando la sabbia fi ne da intonaco, e per il 40% di ghiaietto (granulometria consigliata 4-8 mm).
Il rapporto tra cemento/sabbia è di 1:4,5 fino a 1:5 cioè per ogni 50 Kg di cemento occorrono da 225 fino a 250 kg di sabbia. L'acqua è nell'ordine del 50% rispetto al cemento (per ogni 50 kg di cemento occorrono ca. 25 litri di acqua).
L'additivo termofluidificante Geberit va dosato in ragione di 0.5 litri per ogni 50 kg di cemento.
Per la lavorazione successiva non ci sono prescrizioni particolari in quanto il procedimento è uguale come per i massetti convenzionali.
I massetti devono poter asciugare e legare naturalmente per la durata di circa 3 o 4 settimane, successivamente si riscalda il pavimento per una settimana così che il massetto è pronto per la posa del rivestimento.

6.2.10 Posa del rivestimento

Il rivestimento del pavimento è consigliato dopo 28 giorni dalla posa del massetto.

6.2.11 Bilanciamento dell'impianto

Il flussometro è impiegato per la regolazione e la misura della portata d'acqua che fluisce nelle singole derivazioni laterali dei gruppi di distribuzione che alimentano gli impianti dei pannelli radianti. Essi sono dotati di un sistema che permette la visualizzazione della portata su ogni singolo anello tramite vetrino con scala graduata e indicatore.
Oltre al vantaggio di fornire un'indicazione visiva del valore di portata consentono la regolazione ed il bilanciamento delle singole derivazioni con memoria di posizione nel caso di chiusura momentanea per operazioni di manutenzione. Per effettuare una corretta regolazione di ogni singolo circuito è necessario seguire le seguenti indicazioni:



1. Rimuovere la copertura arancione come da figura 1.
2. Portare il flussometro in posizione di chiusura ruotando la ghiera superiore nel senso indicato dalla freccia in figura 2. In posizione di chiusura l'indicatore visualizzerà un valore di portata nullo.
3. Quindi aprire ruotando la medesima ghiera in senso contrario (fig. 3). verificando sul vetrino il corretto valore di portata.
4. Avvitare nel senso indicato dalla freccia in figura 4 la ghiera in basso fino all'arresto meccanico.
5. Riposizionare da ultimo la copertura arancione (fig. 5).

A questo punto, senza necessità di rimuovere la copertura. sarà possibile effettuare qualunque operazione di chiusura, ruotando direttamente la stessa. senza perdere la posizione di taratura iniziale: basterà infatti riaprire fino a giungere al fermo meccanico.
Il dispositivo si caratterizza inoltre per la possibilità di effettuare la pulizia del vetrino anche ad impianto funzionante.
E' possibile svitare il vetrino ed un sistema di tenuta tramite o-rings presente sull'astina preclude la fuoriuscita di acqua dall'impianto.

6.2.12 Prova di pressione/collaudo

Prima della messa in esercizio dell'impianto le tubazioni devono essere risciacquate per l'eliminazione di eventuali residui dovuti alla posa in opera.
Collaudo:

- Tutti i raccordi pressati sono sottoposti ad un controllo visivo.
- Tutti i raccordi pressati sono da insaponare.
- La formazione di una bolla indica una perdita.

6.3 Regolazione

La regolazione dei singoli circuiti si rende necessaria per assicurare una temperatura regolare in ogni ambiente e può essere effettuata sul collettore di distribuzione per mezzo di una centralina che modula la temperatura secondo le necessità dell'ambiente.
Oltre alla regolazione centrale della temperatura di mandata in funzione della temperatura esterna esiste (come previsto dai regolamenti) la possibilità di regolare indipendentemente ogni singolo ambiente.
A questo scopo i circuiti di ogni locale vengono intercettati da servocomandi elettrici installati sul collettore e comandati da un regolatore elettronico. Il funzionamento è molto semplice: il termostato confronta la temperatura impostata dall'utilizzatore con quella presente nell'ambiente e, qualora la temperatura in ambiente superi quella impostata, spegne la pompa. La regolazione di tutto l'impianto viene influenzata dalla posizione di collocamento del termostato per cui è molto importante scegliere un luogo rappresentativo. Per avere un controllo localizzato della temperatura in locali diversi, si possono installare più termostati in ambienti diversi. In questo caso ogni termostato è collegato con le testine motorizzate che operano sugli otturatori dei circuito del locale corrispondente. In questo caso si passa da una regolazione sulla temperatura ad una regolazione sulla portata. Salvo casi eccezionali è preferibile evitare le testine motorizzate o quantomeno ridurle al minimo necessario in quanto vi è una discontinuità di portata con conseguente prolungatamente dei tempi di risposta.

7 Voci di capitolato

7.1 Tubo multistrato

7.1.1 Tubo multistrato Geberit MeplaTherm

Tubo multistrato in PE-Xb / Al / PE-HD Geberit MeplaTherm per impianti di riscaldamento / raffrescamento prodotto in conformità alla UNI EN ISO 21003, con barriera impermeabile assoluta alla diffusione dell'ossigeno e dilatazione del tubo contenuta in 0,026 mm/mK sotto massetto. Inoltre sarà contrassegnato dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modifiche" attestante la rispondenza delle tubazioni stesse alle norme sopraccitate.

Le caratteristiche del tubo saranno:

- Conduttività termica 0.43W/mK
- Coefficiente di dilatazione 0.026 mm/mK
- Temperatura di esercizio 0-70°C
- Temperatura di punta di breve durata (DIN 1988) 95°C (max 150 ore anno / 50 anni)
- Pressione di esercizio 10 bar

La giunzione sarà del tipo pressfitting e si effettuerà pressando direttamente il tubo sul raccordo con attrezzature omologate dal produttore del sistema; raccorderia in ottone stampato e/o bronzo e/o con superficie esterna nichelata, con O-ring in EPDM e rondella in PE-LD anti elettrocorrosione, o con raccorderia in PVDF con o-ring in EPDM. Ove previsto può essere utilizzato il raccordo a stringere con attacco eurocono.
Il tubo sarà di colorazione bianca (HDPE). Per il collegamento ai radiatori dovrà essere rivestito, dove necessario, con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore idoneo di colore rosso , secondo quanto previsto dalla legge 10/91.

601.230.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 16mm in rotoli da 100 ml
601.232.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 16mm isolato 6mm in rotoli da 50ml
601.235.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 16mm isolato 10mm in rotoli da 50ml
602.230.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 20mm in rotoli da 100 ml
602.232.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 20mm isolato 6mm in rotoli da 50ml
602.235.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 20mm isolato 10mm in rotoli da 50ml
603.230.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 26mm in rotoli da 50 ml
603.232.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 26mm isolato 6mm in rotoli da 25ml
603.232.00.1	Tubo multistrato Geberit MeplaTherm d 26mm isolato 10mm in rotoli da 25ml

7.1.2 Tubo multistrato Geberit PushFitTherm

Tubo multistrato in PE-Xb / Al / PE-RT Geberit Pushfittherm per impianti di riscaldamento / raffrescamento prodotto in conformità alla UNI EN ISO 21003, con barriera impermeabile assoluta alla diffusione dell'ossigeno e dilatazione del tubo contenuta in 0,029 mm/mK sotto massetto. Inoltre sarà contrassegnato dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modifiche" attestante la rispondenza delle tubazioni stesse alle norme sopraccitate.

Le caratteristiche del tubo saranno:

• Conduttività termica	0.41W/mK
• Coefficiente di dilatazione	0.029 mm/mK
• Temperatura di esercizio	0-70°C
• Temperatura di punta di breve durata (DIN 1988)	95°C (max 150 ore anno / 50 anni)
• Pressione di esercizio	10 bar

La giunzione sarà del tipo ad innesto e si effettuerà innestando direttamente il tubo nel raccordo dopo averlo calibrato con attrezzature omologate dal produttore del sistema; raccorderia in ottone stampato e/o bronzo e/o con superficie esterna nichelata, con O-ring in EPDM e rondella in PE-LD anti elettrocorrosione, o con raccorderia in PVDF con o-ring in EPDM.
Ove previsto può essere utilizzato il raccordo a stringere con attacco eurocono.
Il tubo sarà di colorazione grigio chiaro (PE-RT). Per il collegamento ai radiatori dovrà essere rivestito con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore idoneo di colore rosso , secondo quanto previsto dalla legge 10/91.

650.202.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 16mm in rotoli da 100 ml
650.203.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 16mm in rotoli da 200 ml
650.221.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 16mm isolato 6mm in rotoli da 50ml
650.222.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 16mm isolato 10mm in rotoli da 50ml
651.202.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 20mm in rotoli da 100 ml
651.221.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 20mm isolato 6mm in rotoli da 50ml
651.222.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 20mm isolato 10mm in rotoli da 50ml
652.201.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 25mm in rotoli da 50 ml
652.220.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 25mm isolato 6mm in rotoli da 25ml
652.222.00.1	Tubo multistrato Geberit PushFitTherm d 25mm isolato 10mm in rotoli da 25ml

7.2 Pannello isolante

7.2.1 Pannello preformato

Pannello bugnato da 1 cm

Pannello in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) esente da CFC (cluorofluorocarburi), resistenza al fuoco classe B2 (secondo DIN4102), prodotto con sistema ad iniezione con foglio in PE assemblato a freddo a protezione del vapore, preformato con borchie a rilievo per la posa in opera di tubazioni con passo variabile per la realizzazione di sistema di riscaldamento / raffrescamento a pavimento. L'accoppiato del termoformato plastico di sp. 0,6mm avente sottosquadra pronunciati assicura il bloccaggio di tubazioni multistrato con d. esterno di 16 mm, impedisce al CLS di penetrare nelle fughe e si adatta a qualsiasi geometria del locale. Le caratteristiche devono essere: dimensioni utili in pianta lunghezza pannello:1380mm, larghezza pannello: 690mm, spessore base:10 mm, spessore totale 30mm, munito di incastri sulle bugne per il corretto accoppiamento con pannelli contigui, modulo di posa: passo multiplo di 50mm. Densità del pannello 30 kg/m3 e resistenza alla compressione 200 kPa.

651.813.00.1 Pannello isolante preformato s10

Pannello bugnato da 3 cm

Pannello in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) esente da CFC (cluorofluorocarburi), resistenza al fuoco classe B2 (secondo DIN4102), prodotto con sistema ad iniezione con foglio in PE assemblato a freddo a protezione del vapore, preformato con borchie a rilievo per la posa in opera di tubazioni con passo variabile per la realizzazione di sistema di riscaldamento / raffrescamento a pavimento. L'accoppiato del termoformato plastico di sp. 0,6mm avente sottosquadra pronunciati assicura il bloccaggio di tubazioni multistrato con d. esterno di 16 mm, impedisce al CLS di penetrare nelle fughe e si adatta a qualsiasi geometria del locale. Le caratteristiche devono essere: dimensioni utili in pianta lunghezza pannello:1380mm, larghezza pannello: 690mm, spessore base:30 mm, spessore totale 50mm, munito di incastri sulle bugne per il corretto accoppiamento con pannelli contigui, modulo di posa: passo multiplo di 50mm. Densità del pannello 25 kg/m3 e resistenza alla compressione 150 kPa.

651.814.00.1 Pannello isolante preformato s30

7.2.2 Pannello liscio

Pannello liscio da 2 cm

Pannello in Polistirene Espanso Sinterizzato (EPS) esente da CFC (cluorofluorocarburi), resistenza al fuoco classe B2 (secondo DIN4102), prodotto con sistema ad iniezione con tessuto in HDPE di colore grigio serigrafato con griglia 50x50mm per facilitare la posa in opera di tubazioni con passo variabile per la realizzazione di sistema di riscaldamento / raffrescamento a pavimento. L'accoppiato del tessuto in HDPE è garantito da un sormonto di telo sigillato con nastro adesivo per isolamento al fine di impedire al CLS di penetrare nelle fughe e garantire l'adattabilità a qualsiasi geometria del locale. Le caratteristiche devono essere: dimensioni utili in pianta lunghezza pannello:10.000mm, larghezza pannello: 1.000mm, spessore base:20 mm, munito di sormonto su un lato per il corretto accoppiamento tra i pannelli contigui,modulo di posa: passo multiplo di 50mm. Densità del pannello 27 kg/m3 e resistenza alla compressione 150 kPa.

651.800.00.1 Pannello liscio in polietilene espanso rotolo da 1x10ml (10mq)

7.3 Banda perimetrale

Banda perimetrale di polietilene espanso a cellule chiuse, con lato adesivo per il fissaggio alla parete e pellicola frontale di protezione con striscia adesiva sul bordo per impedire infiltrazioni di cemento tra fascia perimetrale e pannello isolante. Densità della fascia sarà di 20 kg/m3, lo spessore di 8mm, l'altezza di 150mm e la lunghezza di 25ml.

651.810.00.1 Banda perimetrale Geberit 150x8mm rotolo 25 ml

7.4 Clip di fissaggio tubi

Clip per il fissaggio di tubi Multistrato Geberit MeplaTherme e Geberit PushFitTherm d.16mm. Le Clips saranno da applicare sul pannello liscio con apposita graffatrice.

651.761.00.1 Clip

7.5 Additivo per massetto

Additivo per massetto, fluidificante e disaerante composto da acetato di vinile, etilene e cloruro di vinile, per conferire maggiore resistenza meccanica e conducibilità termica. Miscelato nella quantità di 0,5lt per ogni 50Kg di cemento consente la realizzazione di massetti con spessore minimo di 45mm sopra il tubo.

651.812.00.1 Additivo per massetto in tanica da 10lt

7.6 Gruppo di regolazione Geberit

Gruppo di regolazione Geberit per la distribuzione a pannelli radianti con regolazione a punto fisso per impianti di riscaldamento a circuiti misti. Dotato di valvola di iniezione a 2 vie - Testa termostatica con sensore ad immersione, campo di regolazione da 20 a 60 °C -Bypass secondario - Valvole d'intercettazione pompa - Bypass differenziale di sovrappressione con regolazione da 0,2 a 0,6 bar - Termostato di sicurezza a taratura fissa (60 °C) precablato - Rubinetti di carico/scarico – Valvole automatiche di sfiato - Termometri mandata e ritorno caldaia e mandata pavimento - Guarnizioni per pompa e tappi G1" maschio a tenuta morbida per terminali collettori.

652.413.22.1 Gruppo di regolazione GEBERIT per la distribuzione a pannelli radianti con regolazione a punto fisso

7.7 Collettore per riscaldamento a pavimento

Kit collettore di regolazione ed intercettazione completamente premontato con valvola di intercettazione senza possibilità di regolazione e manovra. Collettore di mandata con flussometro di regolazione a memoria di posizione e misurazione di portata - Collettore di ritorno con intercettazione del fluido a inserti termostabilizzabili. Connessioni di derivazione per eurocono G3/4".

652.402.22.1 Collettore completo a 2 partenze - G1"
652.403.22.1 Collettore completo a 3 partenze - G1"
652.404.22.1 Collettore completo a 4 partenze - G1"
652.405.22.1 Collettore completo a 5 partenze - G1"
652.406.22.1 Collettore completo a 6 partenze - G1"
652.407.22.1 Collettore completo a 7 partenze - G1"
652.408.22.1 Collettore completo a 8 partenze - G1"
652.409.22.1 Collettore completo a 9 partenze - G1"
652.410.22.1 Collettore completo a 10 partenze - G1"
652.411.22.1 Collettore completo a 11 partenze - G1"
652.412.22.1 Collettore completo a 12 partenze - G1"

7.8 Valvole a sfera

7.8.1 Valvole a sfera diritte

Coppia di valvole a sfera diritte, in ottone nichelato a passaggio totale con maniglia rossa a farfalla per la mandata e con maniglia blu a farfalla per il ritorno. Connessioni da G1" femmina e G1 ¼" maschio.

652.418.22.1 Set valvole sfera dritte

7.8.2 Valvole a sfera a squadra

Coppia di valvole a sfera a squadra, in ottone nichelato a passaggio totale con maniglia rossa a farfalla per la mandata e con maniglia blu a farfalla per il ritorno. Connessioni da G1" femmina e G1 ¼" maschio

652.417.22.1 Set valvole sfera a squadra

7.9 Collettore ad alta temperatura

7.9.1 Collettore ad alta temperatura per connessione orizzontale

Kit collettori a 2 uscite con raccordi e supporti premortati. Connessioni di derivazione per eurocono G3/4"

652.414.22.1 Kit collettore a 2 partenze per alta temperatura - G1

7.9.2 Set collettore ad alta temperatura per connessione verticale

Kit collettori a 2 uscite con valvole a sfera per connessione al circuito primario - Valvola automatica di sfiato - Rubinetto di carico e scarico - Valvola bypass di sovrappressione con campo di regolazione da 0,2 a 0,6 bar -
Kit collettori a 2 uscite con raccordi e supporti premortati. Connessioni di derivazione per eurocono G3/4"

652.416.22.1 Set collettore ad alta temperatura per connessione verticale al gruppo di regolazione GEBERIT

7.10 Set valvola bypass

Valvola di bypass differenziale con bocchettoni a tenuta morbida in grado di evitare che il valore della pressione differenziale tra due punti di un circuito oltrepassi un valore limite - Campo di regolazione della pressione da 0,2 a 0,6 bar – Nichelato

652.415.22.1 Set valvola bypass G1

7.11 Testa motorizzata per valvola

Attuatore elettromeccanico ON-OFF per collettori Geberit. Fornito in colore bianco normalmente chiuso senza corrente con indicatore di colore blu di valvola aperta sulla sommità della testa motorizzata. Lunghezza cavo 1 mt – normalmente chiusa a 2 fili e tensione di funzionamento 230volt 50Hz.

651.420.00.1 Testa motorizzata per valvola

7.12 Cassetta da incasso per collettore

7.12.1 Cassetta con profondità 11-16cm

Cassette da incasso per il contenimento dei collettori a bassa temperatura e in abbinamento al gruppo di regolazione Geberit, fornito in lamiera di acciaio zincato con fondo e chiusure laterali. Profondità regolabile da 11 a 16cm e altezza regolabile. Dotate di guide per fissaggio collettori – Porta di accesso alla cassetta da incasso con serratura e cornice in lamiera verniciata di colore bianco – compreso protezione cantiere usa e getta in lamiera per protezione dei collettori in fase di intonacatura.

652.505.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L50
652.507.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L70
652.509.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L90
652.511.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L110
652.513.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L130
652.515.00.1 Cassetta da incasso per collettore P11-16 L150

7.12.2 Cassetta con profondità 8-13cm

Cassette da incasso per il contenimento dei collettori a bassa temperatura, fornito in lamiera di acciaio zincato con fondo e chiusure laterali. Profondità regolabile da 8 a 13cm e altezza regolabile. Dotate di guide per fissaggio collettori – Porta di accesso alla cassetta da incasso con serratura e cornice in lamiera verniciata di colore bianco – compreso protezione cantiere usa e getta in lamiera per protezione dei collettori in fase di intonacatura.

653.505.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L50
653.507.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L70
653.509.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L90
653.511.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L110
653.513.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L130
653.515.00.1 Cassetta da incasso per collettore P8-13 L150

Geberit Marketing e Distribuzione SA
Via Gerre 4
6928 Manno
Svizzera

T +41 91 611 92 92
F +41 91 611 93 93
sales.it@geberit.com

→ www.geberit.it

I-555.12.11 © by Geberit Marketing e Distribuzione SA